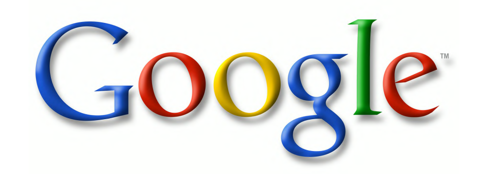
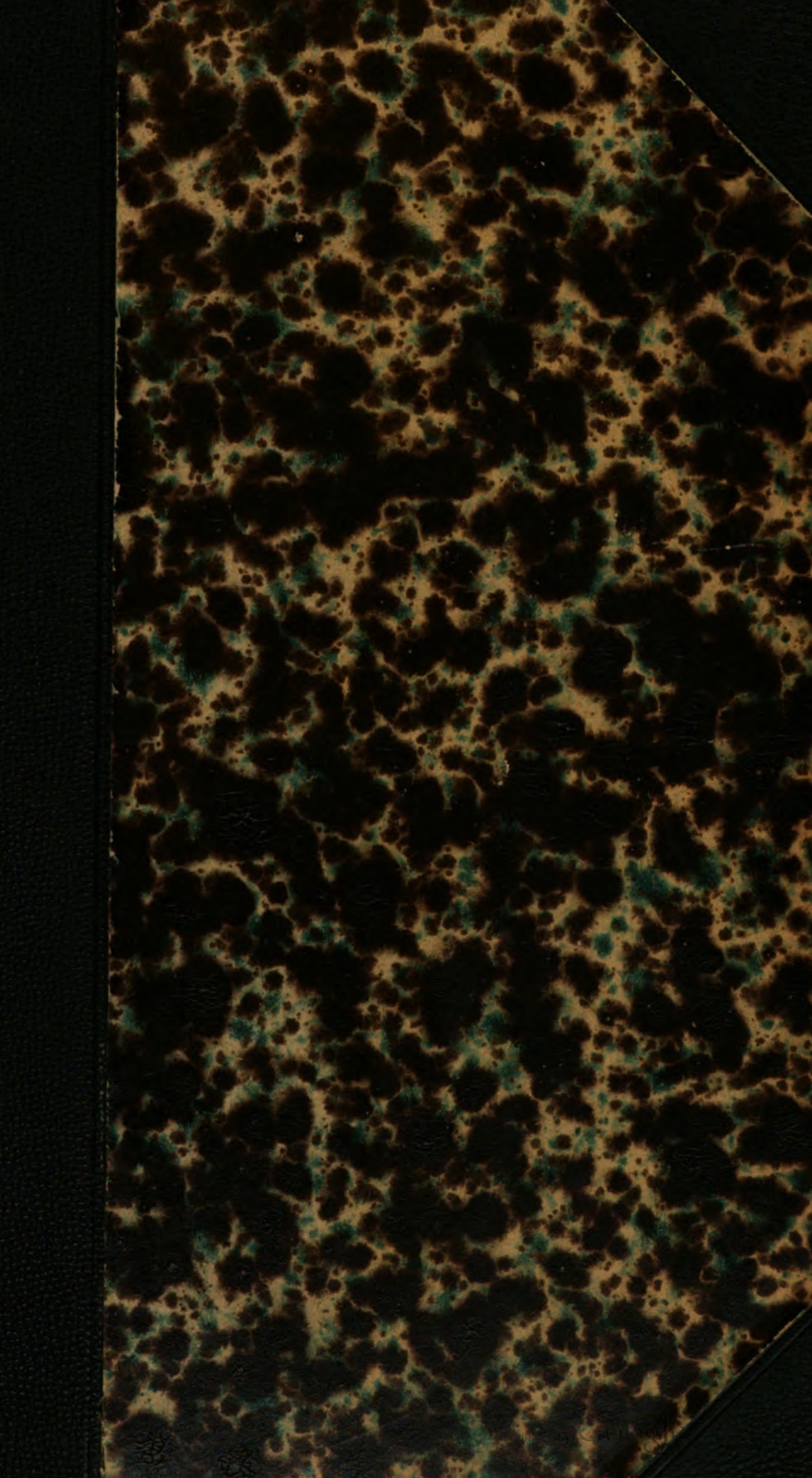
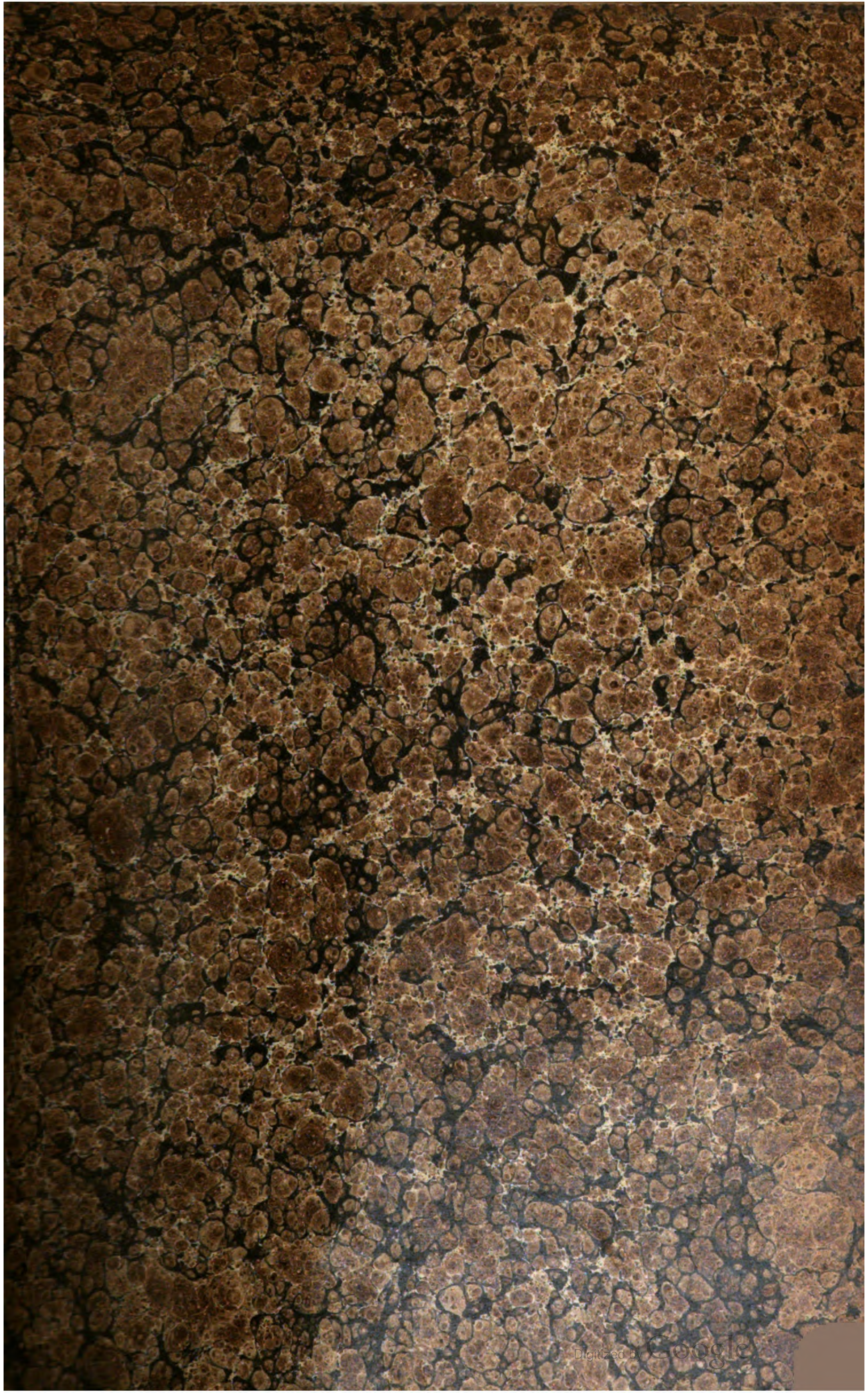






754

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

GENÈVE. — IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME QUARANTE-QUATRIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE

GEORGES BRIDEL

Place de la Louve, 1

PARIS

SANDOZ et FISCHBACHER

Rue de Seine, 33

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1872

REVUE DES TRAVAUX

RELATIFS

A LA GÉOLOGIE DE LA SUISSE

(ANNÉES 1870 ET 1871)

PAR

M. ERNEST FAVRE

(avec une planche.)

Les événements politiques des deux dernières années ont ralenti en Suisse l'activité scientifique. La session de la Société helvétique des sciences naturelles a dû être renvoyée, et le congrès des géologues alpins qui, sur l'invitation des géologues suisses, devait se réunir à Genève, a subi le même sort.

Notre ville vient de perdre (15 mars 1872) le savant illustre qui devait présider ce congrès, F.-J. Pictet, et cette perte a été profondément sentie. Son collaborateur à la description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix, le Dr Campiche, était mort plus d'un an auparavant (novembre 1870); M. **Jaccard** [54] a retracé dans quelques pages le rôle scientifique joué par lui dans notre pays. Nous déplorons aussi la perte de M. Gerlach, le savant observateur auquel la science doit plusieurs travaux importants sur la géologie des Alpes pennines. Cette mort et celle de Théobald nous privent de deux des savants qui connaissaient le mieux les parties des Alpes dont la géologie est peut-être la plus difficile, et qui était en tout cas la moins connue avant leurs re-

cherches. Les travaux qu'ils laissent après eux aideront leurs successeurs à en terminer l'étude si compliquée. Nous devons à M. **Szadrowsky** [89] une notice biographique sur le dernier de ces savants.

Après l'examen de quelques ouvrages généraux et d'autres spéciaux à la paléontologie ou à la minéralogie, je rendrai compte successivement des travaux relatifs aux Alpes, puis au Jura et à la plaine suisse ; je terminerai par ceux qui se rapportent aux glaciers et à la période quaternaire.

L'important ouvrage de M. **Heer** [48] intitulé *die Urwelt der Schweiz,* a été traduit avec succès par M. **I. Demole.** Cet ouvrage, dans lequel l'illustre professeur de Zurich décrit les diverses transformations qu'a subies la Suisse depuis la période carbonifère jusqu'à nos jours, et où il étudie les faunes et les flores qui ont peuplé notre pays aux diverses époques, est trop connu pour qu'il soit nécessaire de faire un examen détaillé de la traduction française qui vient de paraître. Qu'il nous suffise de dire qu'elle a été exécutée avec grand soin et que cet ouvrage unit à un haut degré le charme de la description à la plus profonde science. M. Heer a fait quelques changements et d'importantes additions nécessitées par les derniers progrès de la géologie, à cette nouvelle édition enrichie de nombreuses illustrations.

M. **Simler** [84] a publié une carte géologique de la Suisse à $^1/_{760000}$ qui est une réduction de celle de MM. Studer et Escher de la Linth et ne contient qu'un nombre beaucoup moins grand de divisions géologiques. L'auteur y a joint un certain nombre de signes théoriques ; ainsi il

a indiqué dans les Alpes vingt-sept directions de soulèvements correspondant à autant de masses centrales. Il a ajouté à cette carte une courte explication sur les roches qui composent les divers terrains.

La commission géologique suisse [11] a fait paraître la feuille VIII de la carte fédérale, comprenant la région située entre les lacs de Lucerne et de Zurich d'un côté, et le Jura aux environs d'Aarau et d'Oberbuchsiten de l'autre. Cette feuille est occupée en majeure partie par la plaine suisse. Elle a été exécutée par M. **C. Mœsch** pour la partie comprise dans les cantons de Bâle, de Soleure, d'Argovie et de Zurich, et par M. **Kaufmann** pour les cantons de Berne, de Lucerne, de Zug et de Schwytz. Je me borne pour le moment à ces indications et j'attendrai que le texte qui doit accompagner cette feuille ait paru pour en faire une étude plus détaillée.

Dans un travail sur les houilles en Suisse, M. **Chatelain** [12] passe en revue les gisements de combustibles minéraux que possède notre pays. La Suisse renferme quelques affleurements d'anthracite dans le terrain houiller et quelques couches de charbon assez pauvres dans les terrains triasique, jurassique et nummulitique.

Les combustibles les plus abondants sont le charbon de la mollasse d'eau douce inférieure et supérieure, et le lignite schisteux de l'époque quaternaire. L'auteur a fait des études sur la composition chimique des charbons et leur pouvoir calorique. Son mémoire se termine par une statistique des diverses exploitations. L'exploitation totale des charbons en Suisse s'élève à 532,500 quintaux qui représentent une valeur de 430,000 francs.

MM. **Desor** et **de Loriol** [13] ont continué la publica-

tion de l'Échinologie helvétique. Ce magnifique travail, exécuté par deux des premières autorités en échinologie, est accompagné d'un atlas qui compte déjà 51 planches; les livraisons de 1870 et 1871, spéciales, ainsi que le commencement de l'ouvrage, aux terrains jurassiques, comprennent la fin de la famille des Diadématidées (*Pseudodiadema, Heterodiadema, Diademopsis, Hemipedina, Pleurodiadema, Acropeltis, Glypticus, Hemipygus, Magnosia*), les familles des Échinidées (*Stomechinus, Phymechinus, Pedina*), des Salénidées (*Pseudosalenia, Acrosalenia*), des Échinoconidées (*Holectypus, Pygaster*), des Échinoneïdées (*Pyrina, Hyboclypus, Galeropygus, Pachyclypus*) et des Cassidulidées (*Pseudodesorella, Echinobrissus*). L'étude de cette dernière famille n'est pas encore terminée.

Un grand nombre de musées contiennent aujourd'hui des échantillons des beaux cristaux de quartz enfumé découverts en 1868 dans une grotte près du glacier de Tiefen. M. **Forster** [54] a reconnu que leur coloration est due à une matière organique azotée.

M. **Kenngott** [57-58] a fait une étude au microscope du feldspath adulaire de la Fibia au Saint-Gothard et de la magnétite trouvée dans les environs de Zermatt.

Au moment où l'on commence à s'occuper de l'étude du fond du lac de Genève, il ne sera pas inutile de rappeler un travail exécuté il y a quelques années dans le but exclusif de connaître la forme du fond du lac de Côme. Un ingénieur, M. Gentilli, a déterminé ce relief au moyen d'une série de sondages; quelques naturalistes italiens et M. **John Ball** [7] ont contribué aussi à ces travaux. Ce dernier a rappelé dans une publication récente les principaux résultats auxquels était parvenu

M. Gentilli et a reproduit une partie des sections du relief sous-lacustre qui avaient été obtenues; il montre, contrairement aux idées du savant italien, que la forme actuelle du fond du bassin est en opposition complète avec la théorie du creusement des lacs par les glaciers. M. Ball ne cite qu'une seule observation sur la faune profonde du lac : la sonde a retiré d'une profondeur de 408 mètres une boue d'un gris verdâtre formée en majeure partie de matières organiques consistant surtout en Diatomacées et Confervacées.

M. **Kaufmann** [55] a remarqué que le fond d'un grand nombre des lacs de la Suisse est couvert d'une boue blanchâtre de nature crétacée; cette matière se rencontre aussi sous la tourbe des tourbières; elle est formée de molécules microscopiques de carbonate de chaux cristallisé dont l'origine est due à une action chimique. En examinant au microscope le calcaire d'eau douce de la mollasse suisse, il lui trouve la même structure. Il l'a aussi remarquée dans la craie proprement dite où ces molécules sont associées à des coquilles de foraminifères, et dans diverses roches des terrains éocènes, secondaires et triasiques. Ces études ont été renouvelées sur un grand nombre d'échantillons différents et de divers pays.

I. Les Alpes.

Dans un mémoire sur la géologie des Alpes occidentales, M. **Gastaldi** [56] a classé les roches cristallines de cette région en deux grandes subdivisions. Le groupe inférieur auquel il donne le nom de terrains cristallins anciens est formé par le gneiss antique ou gneiss granitique. C'est un gneiss à gros grains, riche en orthose, qui passe souvent à des granits beaucoup plus feldspathiques

que les granits plus récents et qui ne renferme ni serpentine, ni euphotide, ni roches amphiboliques. Ce groupe correspond au gneiss central des Alpes autrichiennes et constitue les trois grandes masses du Mont-Rose, du Grand-Paradis et de la Doria Riparia, qui sont les formations les plus anciennes de cette contrée.

Ces masses centrales sont entourées d'une zone épaisse de terrains cristallins plus récents. Ce sont des roches de natures diverses, euphotides, roches serpentineuses, dioritiques, amphiboliques, alternant avec des calcaires saccharoïdes, des micaschistes, des schistes serpentineux, des gneiss, des granits massifs, etc. Cette zone que M. Gastaldi nomme *zona delle pietre verdi* (zona delle rocce magnesiache, Baretti ; zone calcaréo-serpentineuse, Giordano) est surtout caractérisée par la présence des roches magnésiennes. Le gneiss qu'elle renferme ou gneiss récent, qui en constitue la partie supérieure de même que les granits massifs (de Baveno, d'Alzo, de Belmonte, etc.), sont plus quartzifères et ont un grain plus fin que le gneiss ancien; les granits varient dans leur texture et offrent des passages au gneiss, à la pegmatite, à la syénite, etc. De même que ceux qui sont compris dans le gneiss ancien, ils ne sont nullement d'origine éruptive, non plus que les autres roches qui constituent cet étage. Les pics les plus hardis des Alpes, le Mont-Cervin, la Grivola, le Mont-Viso et d'autres sont formés par les roches de cette zone. Ces deux puissantes formations se distinguent des terrains paléozoïques par leur structure cristalline et leur absence de fossiles; leur dépôt est antérieur à la période silurienne, et elles sont du même âge que les formations cristallines antésiluriennes situées en dehors des Alpes (systèmes laurentien et huronien), avec lesquelles elles

présentent une grande analogie. Dans la carte géologique jointe à son mémoire, M. Gastaldi classe toute cette dernière formation sous le nom de série laurentienne.

M. E. de Mojsisovics[66] est arrivé dans les Alpes autrichiennes à des conclusions analogues à celles qu'exprime M. Gastaldi sur les Alpes occidentales. Le gneiss central est dans les Alpes orientales la roche la plus ancienne à laquelle succède la formation nommée par les géologues autrichiens *Schieferhülle*, composée de micaschistes en alternance avec des schistes verts, puis les micaschistes plus récents et les gneiss avec intercalation de roches amphiboliques et de calcaires cristallins; enfin la formation des phyllites. Il établit donc une subdivision de plus que M. Gastaldi en séparant en deux groupes (*Schieferhülle* et gneiss récents) la *zona delle pietre verdi* du géologue italien.

Il regarde les granits massifs comme entièrement passifs relativement au soulèvement des Alpes et n'admet comme masses centrales que les masses anciennes du gneiss central, telles que celles de la chaîne des Tauern, et celle du Mont-Rose. Il s'appuie, pour admettre l'existence de cette dernière, sur la coupe du Mont-Cervin, donnée par M. Giordano, dans laquelle la formation calcaréo-serpentineuse, correspondant à la *Schieferhülle*, et reposant sur le gneiss ancien, est aussi recouverte de gneiss et de micaschistes plus récents.

La structure en éventail ne se montre d'après l'auteur que dans les formations cristallines plus jeunes et surtout sur les bords de la chaîne centrale; elle doit son origine à la pression latérale exercée lors du soulèvement; l'auteur conclut que la plupart des masses centrales dans l'acception générale de ce terme, en particulier les massifs du

Mont-Blanc et des Alpes bernoises, sont en dehors de l'axe du soulèvement des Alpes.

Le même géologue a montré la grande ressemblance qui existe entre les divers groupes des roches cristallines des Alpes et celles de l'Amérique en basant sa comparaison sur la description que M. Sterry-Hunt* a donnée de ces dernières au congrès d'Indianopolis. Le gneiss central appartient d'après lui au système laurentien ; la *Schieferhülle* est l'équivalent du système huronien; les micaschistes supérieurs (souvent nommés *Altkrystallinische Glimmerschiefer*) correspondent au système de Terre-Neuve. Ces formations sont toutes antérieures au système cambrien.

M. **Ebray** [18] ne croit pas que la structure en éventail de la protogine soit un phénomène de refoulement ou de plissement de couches stratifiées, comme l'ont admis MM. Lory, A. Favre et d'autres, et il conclut de ses études comparatives sur les roches des Alpes et celles du Beaujolais que la protogine est une roche éruptive, identique dans sa composition avec le porphyre granitoïde du Beaujolais et de même origine que lui.

M. **A. Muller** [69] a continué ses études sur les roches cristallines des Alpes et les a étendues cette année aux vallées de Gœschenen, de Gorner et de Maïen, qui forment les affluents occidentaux de la Reuss et qui appartiennent au massif du Finsteraarhorn. Les hautes montagnes qui occupent la partie occidentale de la vallée de la Reuss entre Amstäg et Andermatt sont la continuation immédiate de ce massif que l'auteur a étudié précédemment dans les vallées de Maderan, d'Etzli et de Felli. Aussi les roches qui constituent les premières de ces vallées sont

* Revue scientifique, 1871, I, 314, 343.

identiques à celles de ces dernières; ce sont surtout des granits et des gneiss de diverses variétés, particulièrement celles que M. Muller nomme *quartzitgneiss*. Le géologue bâlois regarde les schistes cristallins et les gneiss de la vallée de la Reuss comme les équivalents très-probables des schistes de Casanna, à l'exception du gneiss primitif qu'il faut distinguer de ces gneiss plus jeunes et métamorphiques. Les schistes argileux, micacés et chloriteux sont peu développés dans cette région; la diorite se trouve dans les trois vallées; on y remarque aussi quelque peu de porphyre quartzifère. Parmi les diverses variétés de schistes et de gneiss, les plus communes sont celles qui sont pénétrées d'un quartz à grains fins et qui proviennent, d'après M. Muller, de la transformation de roches sédimentaires anciennes. Certains éléments des granits et des syénites auraient aussi été soumis à des modifications; car on y trouve souvent l'amphibole transformée en mica vert foncé ou en chlorite.

L'auteur a reconnu que les calcaires associés aux gneiss de la vallée de Maïen ne constituent pas une masse isolée reposant sur le gneiss, mais que leurs couches plongent rapidement avec de nombreux plissements entre deux masses de gneiss à inclinaison parallèle. Ils appartiennent à l'étage jurassique, et sont identiques à ceux d'Oberkæsern au pied de la Windgælle. Entre le gneiss et le calcaire se trouvent quelques couches de passage.

La vallée de la Reuss et ses vallées latérales sont le résultat d'anciens affaissements et de fentes agrandies plus tard par les érosions dont l'agent principal est la décomposition des roches sous les influences atmosphériques. Telle est d'une manière fort abrégée le résultat des

recherches du géologue bâlois dans ces vallées. L'étude même des roches l'a confirmé dans les résultats qu'il a énoncés dans son précédent mémoire sur le Crispalt.

M. **Baltzer** [8] a publié des notes géologiques sur le groupe de l'Adamello.

Nous devons à M. **E. de Fellenberg** [25] quelques observations faites dans le Lötschthal (Haut-Valais). Le Bietschhorn est une des cimes les plus élevées du massif du Finsteraarhorn. Le granit dont il se compose, formé d'éléments bien distincts et presque grossiers dans la partie inférieure, prend à mesure qu'on s'élève dans la montagne une structure de plus en plus fine; près du sommet il est presque compacte et porphyroïde et a l'apparence d'une véritable eurite. Il est entouré de schistes verts amphiboliques ainsi que de schistes chloriteux et de micaschistes; le Schildhorn forme un second massif granitique au nord du Lötschthal.

Le Schönhorn, situé dans le Haut-Valais à l'Est de la route du Simplon, est composé d'après M. **F. O. Wolf** [96] de gneiss sur lequel reposent des micaschistes, des schistes amphiboliques et des schistes lustrés; ces derniers sur lesquels est construit l'hospice du Simplon présentent des intercalations de roches serpentineuses.

Le Comité géologique italien a publié dans son bulletin des extraits du travail de M. **Gerlach** [39] sur la géologie des Alpes pennines et du mémoire de MM. **Negri** et **Spreafico** [71] sur les environs du lac de Lugano; j'ai donné précédemment un compte rendu de ces travaux*; il a publié aussi une note de **Théobald** [90] sur la géologie des environs de Bormio, tirée d'un ouvrage plus ancien de cet auteur.

* Revue pour 1869. Archives, 1870, tome XXXVIII.

Plusieurs géologues se sont occupés des terrains traversés par le tunnel des Alpes occidentales. Dans le percement de cette galerie, on a trouvé successivement de Modane à Bardonnèche un terrain formé de schistes, de grès, de conglomérats quartzeux avec des veines d'anthracite, puis des quartzites, de l'anhydrite, des calcaires cristallins et des calcaires schisteux et lustrés. M. **Gastaldi** [55-57] a classé ces dernières roches dans la zone de la pierre verte antérieure au terrain paléozoïque.

M. **E. de Beaumont** [9] a présenté à l'Académie des Sciences un catalogue descriptif d'une série d'échantillons des roches provenant du tunnel. Il répartit les terrains traversés en six zones dont il analyse successivement les caractères. Cet examen l'amène à la conclusion que « le « terrain anthracifère de la Maurienne et de la Tarentaise est intimement lié au terrain de calcaire schisteux « qui appartient au lias supérieur. Il lui est superposé, « et il est d'une origine plus récente ainsi qu'on s'est « efforcé de le prouver depuis quelque quarante ans. » Le savant géologue, qui a rendu à la science de si éminents services, parait ne se douter nullement des changements survenus depuis quelque quarante ans dans la géologie des Alpes. La publication de cette théorie surannée a soulevé de vives protestations dans l'Académie des Sciences de Chambéry * et à l'Institut géologique d'Autriche **.

MM. Lory, Pillet et Vallet *** ont indiqué sur leur carte de Savoie une zone de grès anthracifère renfermant, dans

* Séance du 14 décembre 1871.
** Verhandl. der k. k. geol. Reichsanst., 1872, 82.
*** Carte géologique du département de la Savoie, 1869.

le voisinage du tunnel, un gisement d'anthracite, puis une puissante formation de quartzite, de gypse, de cargneule et de schistes lustrés qu'ils rapportent au terrain triasique. M. **de Mortillet** [67] a donné à diverses époques la même classification et l'a rappelée dernièrement dans une note dans laquelle il combat l'opinion de M. Gastaldi.

Dans un article sur la géologie des Alpes consacré à l'analyse des *Recherches géologiques* de M. A. Favre, M. **Sterry Hunt** [86] admet que la zone anthraciteuse représente réellement le terrain carbonifère et que la grande masse de quartzite, d'anhydrite, de schistes lustrés, qui lui succède dans la direction de Bardonnèche appartient à une époque antérieure à la formation carbonifère. Ces dernières roches seraient donc d'une époque plus ancienne que les roches identiques qui forment dans les Alpes occidentales la série triasique et correspondraient aux gypses, aux dolomies, aux serpentines et aux ardoises qu'on rencontre dans les schistes primitifs de Falhun en Suède.

En résumé, si nous écartons les idées de MM. Sismonda et de Beaumont, sur lesquelles la lumière s'est faite depuis plusieurs années, nous restons en présence de deux opinions dont l'une regarde la formation de quartzite, d'anhydrite et de schistes lustrés comme antérieure au terrain carbonifère, l'autre comme postérieure à ce terrain et appartenant à l'époque triasique. Ce que l'on connaît aujourd'hui de la géologie des Alpes rend cette dernière opinion la plus vraisemblable, bien qu'il existe dans cette chaîne des roches de même nature antérieures au dépôt du trias.

M. l'abbé **Moigno** a reproduit la note de M. E. de Beaumont que je viens de citer et a publié à la suite

une traduction française d'un travail plus ancien de M. **A. Sismonda** [85] * dans lequel le savant italien développe ses opinions sur l'âge des roches anthracifères des Alpes. Je ne reviendrai pas sur ce mémoire, déjà connu de ceux qui se sont occupés de la géologie des Alpes occidentales.

M. **Ansted** [1] a rendu compte du percement du tunnel des Alpes dans une communication à l'Association britannique pour l'avancement des sciences.

Les contournements gigantesques qu'ont subis à une époque relativement récente les formations sédimentaires des montagnes des Windgælle et du Tœdi, dans les cantons d'Uri et de Glaris, ont été l'objet de l'étude de M. **A. Heim** [50]. Je reproduis ici (pl. I, fig. 1) une des coupes les plus curieuses que présentent ces montagnes. Les roches qui constituent le groupe des Windgælle sont des gneiss, des schistes cristallins et semi-cristallins, du porphyre, des schistes et des brèches du terrain houiller, des quartzites, des dolomies et le calcaire de Rœthi ou de Vans qui appartiennent au trias, le lias et le jura brun dans lesquels l'auteur a distingué quatre horizons, le jura blanc formé surtout des couches de Birminsdorf et du Hochgebirgskalk, et le terrain nummulitique; les terrains crétacés manquent, sauf au Griesstock, où se trouvent le néocomien et le gault.

M. **Ischer** a indiqué la présence de couches rhétiques dans l'Oberlaubhorn, montagne qui sépare l'Iffigertbal de la vallée de la Lenk dans les Alpes bernoises. Ces couches, formées d'une lumachelle et d'un calcaire cristallin foncé, renferment la *Plicatula intusstriata* Emmr.,

* Nuove osservazioni geologiche sulle rocce anthracitifere delle Alpi, in-4°. Turin, 1867.

le *Mytilus minutus* Goldf., la *Cardita austriaca* Hau., etc. Elles se trouvent sur un grand nombre d'autres points de la vallée de la Lenk. Cette découverte a été signalée par M. **de Fischer-Ooster** [30].

Ce savant[29], qui a indiqué en 1869 la présence d'une zone de terrain rhétien s'étendant du Mont Cubli près de Montreux, au lac de Thoune, a fait connaître la continuation de cette zone au delà de ce lac, dans la chaîne des Ralligstöcke *, où se trouvent aussi les représentants du lias inférieur et du lias moyen. Les nombreux fossiles qu'il signale dans ces trois terrains ont été recueillis sur le versant N.-O. des Ralligstöcke au-dessus de Sigriswyl, au Bodmi, à l'Obere Matte, l'Oberzettenalp et l'Unterzettenalp, dans des calcaires cristallins de couleur claire et des calcaires noirs schisteux. L'auteur mentionne quelques associations d'espèces rhétiques et liasiques.

Dans un travail postérieur, il donne [28] une liste de 20 espèces de mollusques de l'étage rhétique trouvées dans ces mêmes gisements aux environs de Merligen. Ce sont en particulier :

Pecten Valoniensis Defr.
  Falgeri Mer.
  Hehli d'Orb.
Lima Valoniensis Defr.
Avicula sinemuriensis d'Orb.
Gervilia præcursor Quenst.
Mytilus minutus Goldf.
Plicatula intusstriata Emm.

La découverte de ces fossiles a un intérêt d'autant plus grand qu'ils proviennent en partie de gisements dans lesquels M. Rutimeyer avait indiqué la présence du grès de Taviglianaz. M. de Fischer se confirme ainsi dans l'opinion qu'il a énoncée précédemment, que cette roche est d'un âge beaucoup plus ancien que celui auquel on la rapporte ordinairement.

* Voyez la coupe donnée par M. Studer, pl. I, fig. 2 et 3.

Un travail dans lequel M. **Ooster** [78] décrit des fossiles trouvés à la Dalleflub, près de Merligen, dans ce même grès, fossiles mal conservés, mais qui ont une grande analogie avec des espèces rhétiques, semble appuyer cette manière de voir. Ces faits ne sont cependant pas de nature à modifier nécessairement l'âge généralement attribué au grès de Taviglianaz ; je reviendrai plus loin sur ce sujet.

M. **de Fischer-Ooster** [27] a décrit et figuré un *Ichtyosaurus tenuirostris* Conyb. de 230 centimètres de long trouvé au pied du Moléson (canton de Fribourg) et conservé au musée de Berne. Il est associé aux *Ammonites serpentinus, Thouarsensis, annulatus*, etc., et appartient à la zone de la *Posidonomya Bronni*, c'est-à-dire aux couches inférieures du terrain liasique supérieur.

Nous devons encore à cet auteur [32] des listes de fossiles recueillies dans les Alpes de Fribourg. Voici les gisements de ces fossiles appartenant au terrain jurassique :

Calcaires rouges oxfordiens de la vallée de Vert-Champ, de la chaîne des Gastlosen et de celle du Stockhorn au Nord de Jaun (Bellegarde). Ces calcaires très-fossilifères ont été déjà cités par le même auteur et par moi-même dans diverses autres localités. — Calcaires kimméridgiens du Sattel, près de Jaun. — Calcaires du Dat (Niremont), inférieurs aux marnes à crinoïdes ou marnes à ptéropodes (Ooster) et appartenant à l'étage tithonique inférieur ; ils renferment en particulier :

Belemnites Gemellaroi Zitt.	Ammonites Carpathicus Zitt.
tithonicus Opp.	Perisphinctes Richteri Opp.
Zeuschneri Opp.	Venetianus Zitt.
Phylloceras ptychoicus Quenst.	Geron Zitt.

Terebratula janitor Pict.
rupicola Zitt.
Bieskidensis Zeuschn.
Rhynchonella Zeuschneri Zitt.
capillata Zitt.
Metaporhinus transversus Cott.

Calcaires jurassiques au Sud de Jaun, contenant diverses espèces de fucoïdes et coloriés comme flysch sur la carte de MM. Studer et Escher. M. de Fischer-Ooster indique très-justement que les fucoïdes peuvent se trouver dans les formations les plus diverses et il en donne plusieurs exemples tirés des Alpes de Fribourg.

J'ai décrit moi-même [24] une partie des montagnes de la région méridionale du canton de Fribourg, formées par le prolongement de la chaîne de la Berra (le Niremont et les Corbettes), le massif du Moléson et la chaîne des Verreaux. J'ai montré l'analogie de la première chaîne avec celle des Voirons qui la continue sur la rive gauche du lac de Genève, et la différence des terrains qui constituent ces montagnes avec ceux des chaînes suivantes. Celles-ci sont formées de terrains très-variés : trias supérieur, couches rhétiques avec une faune abondante, terrain liasique, schistes marneux à *Ammonites opalinus, tatricus, Murchisonæ*; calcaires marneux à *Posidonomya alpina* avec une nombreuse faune d'ammonites (*Klausschichten* des Alpes Autrichiennes); couches calloviennes; calcaires rouges oxfordiens; calcaires jurassiques supérieurs à silex avec *Aptychus,* calcaire bréchoïde à *Terebratula Catulloi,* marnes à crinoïdes, terrain néocomien alpin avec *Ammonites Astierianus, Terebratula diphyoides;* calcaire marneux rouge de la craie, schistes et grès du flysch.

J'ai fait remarquer la variété que présentent dans ces montagnes les terrains inférieurs au néocomien et la ressemblance des terrains secondaires de cette région avec

ceux de diverses parties des Alpes, particulièrement du Tyrol méridional.

M. **Pillet**[80] a publié une description géologique de la localité bien connue de Lémenc, près de Chambéry; il distingue trois horizons différents : à la base, la zone de l'*Ammonites tenuilobatus* que l'auteur rapporte au terrain oxfordien, tandis que la plupart des géologues allemands et suisses la classent dans la série kimméridgienne. Au-dessus se trouvent des couches massives renfermant la *Terebratula diphya*, des espèces spéciales au terrain tithonique inférieur (*Amm.* (*Perisphinctes*) *transitorius* Opp., *Terebr. Carpathica* Zitt.) et d'autres communes au terrain tithonique inférieur et supérieur (*Amm.* (*Phylloceras*) *Kochi* Opp., *Silesiacus* Opp. (*Aspidoceras*) *cyclotus* Opp., etc.) Ces couches, qui correspondent à celles de Rogoznik, ont une faune essentiellement jurassique et sont intermédiaires suivant l'auteur entre l'oxfordien et le corallien. La série se termine par une roche renfermant une faune corallienne à laquelle se trouve associée la *Terebratula janitor;* ce terrain appartient, d'après M. Pillet, au corallien supérieur; il offre cependant un passage au néocomien et un mélange des fossiles des deux terrains.

M. **Ooster**[72] a publié un supplément à sa description de la faune du calcaire corallien de Wimmis. Les espèces décrites et figurées dans ce travail proviennent, soit du même gisement que celles qui avaient été décrites précédemment, soit d'un gisement un peu différent situé à Satteleck au-dessus de Brodhäusi. La roche y est d'une couleur un peu plus foncée que dans le premier; elle contient une partie des mêmes espèces et quelques-unes

qui sont nouvelles pour ces localités. Les espèces dont la détermination est certaine, suivant l'auteur, sont :

Pecten articulatus Goldf.
Terebratula formosa Suess.
— Moravica Suess.

provenant de Satteleck, et

Corbis decussata Buv.	Pecten concentricus Koch et Dunk.
Lithodomus Luci de Lor.	Terebratula equestris d'Orb.
Lima Salevensis de Lor.	Hemicidaris alpina Ag.

provenant d'autres points de la Simmenfluh ; de plus, M. Ooster cite et figure un grand nombre d'autres fossiles qui ne peuvent être déterminés qu'imparfaitement à cause de leur mauvaise conservation.

M. **Lory** [60] a reconnu que depuis l'Echaillon (Grenoble) jusqu'à Belley et Yenne en Savoie, les calcaires blancs à *Terebratula Moravica* sont continuellement recouverts par une masse puissante de calcaires terminés par des couches d'eau douce correspondant aux dépôts de Purbeck. Il faut espérer que ce savant géologue donnera bientôt plus de détails sur cette importante découverte qui fournit un point de repère nouveau pour fixer d'une manière définitive l'âge si discuté des formations tithoniques.

A la base du terrain néocomien alpin se trouve, dans les Alpes de Fribourg et les Alpes Bernoises, une formation marneuse riche en restes organiques. M. **Ooster** [76] a donné la description des fossiles de ce terrain qu'il nomme couches à ptéropodes et que j'ai signalées auparavant sous le nom de marnes à crinoïdes. Il a recueilli environ 120 espèces dans cinq gisements. La plupart des types déjà connus appartiennent au terrain valangien de Neuchâtel ;

un certain nombre au terrain néocomien inférieur et aux couches de Berrias; quelques-uns paraissent jurassiques, d'autres ont une grande analogie avec les fossiles de ce dernier terrain. Il faut joindre à cette liste un certain nombre d'espèces nouvelles, en particulier deux espèces de ptéropodes (genre *Triptera*) et une espèce de *Glenotremites*. L'auteur identifie ces couches avec le terrain valangien et en fait le terrain valangien alpin.

Avant mon travail sur les Alpes de Fribourg, M. **Gilliéron**[40-41] a publié un mémoire sur la formation crétacée des chaînes extérieures des Alpes des deux côtés du lac Léman. Il l'examine dans les chaînes de la Berra, du Stockhorn, du Moléson et des Verreaux ainsi que dans la partie septentrionale du Chablais, et il y reconnaît deux terrains différents: le néocomien qui offre partout le type pur du néocomien alpin, sauf au Montsalvens, près de Bulle, où certaines couches paraissent avoir un facies étranger aux Alpes, et un calcaire schisteux rouge et verdâtre, pauvre en fossiles, qui surmonte le terrain néocomien. Ce calcaire, confondu à diverses reprises avec les couches rouges oxfordiennes, paraît être l'équivalent d'une partie des formations crétacées supérieures; il est ordinairement recouvert par le flysch. Le terrain néocomien alpin ne se trouve que dans les chaînes du Stockhorn, de la Berra et dans leurs continuations, tandis que la division supérieure de la craie est développée non-seulement dans ces mêmes chaînes, mais aussi dans celle du Simmenthal et son prolongement au delà du Rhône. Les caractères de ces terrains restent semblables parallèlement à la chaîne des Alpes, mais ils changent de nature du bord à l'intérieur de cette chaîne. Les observations que j'ai faites dans les

mêmes montagnes concordent tout à fait avec les résultats obtenus par M. Gilliéron.

M. **de Fischer-Ooster**[29] a signalé au-dessus des couches rhétiques et liasiques du Bodmi et de l'Oberzettenalp au Nord du lac de Thoune des calcaires néocomiens riches en fossiles; ils renferment :

Belemnites pistilliformis Bl.	Ammonites Grasianus d'Orb.
dilatatus Bl.	Astierianus d'Orb.
bipartitus d'Orb.	Aptychus Didayi Coq , etc.

Il a donné[31] aussi une liste de fossiles néocomiens provenant de Bonne-Fontaine (Moléson) et de la vallée de la Sarine près du pont de Grandvillars.

Le même auteur[32] combat l'idée exprimée en premier lieu par M. Gilliéron de l'existence dans les Alpes de Fribourg de deux calcaires rouges d'âge différent, l'un d'époque oxfordienne et renfermant une faune nombreuse, l'autre, pauvre en fossiles et d'époque crétacée; il regarde ces deux calcaires comme appartenant au terrain oxfordien. Dans un travail déjà cité, j'ai soutenu la thèse émise par M. Gilliéron, et je l'ai appuyée de coupes et de descriptions. J'ai montré que le calcaire jurassique rouge est surmonté des calcaires néocomiens, au Moléson, à la combe d'Allières, dans la chaîne des Verreaux, etc., et que le calcaire crétacé sans fossiles repose sur le terrain néocomien, près de Montbovon dans la vallée de la Sarine, et qu'il est compris entre le néocomien et le terrain éocène, près de Château d'Œx.

Ces deux calcaires rouges, d'âge différent, se trouvent à la Simmenfluh, près de Wimmis, où ils sont séparés par les calcaires blancs à faune corallienne; MM. Ooster et

de Fischer-Ooster* les rapportent au même horizon en expliquant la coupe par un contournement. Mais des échantillons bien conservés de la grande espèce d'inocérame décrite par M. Ooster sous le nom de *Inoceramus Brunneri* comme espèce jurassique, et provenant de l'horizon supérieur, ont prouvé à M. **Mérian**[64] que cette espèce n'est autre que l'*Inoceramus Brongniarti* Goldf. de la craie de la Westphalie, et qu'elle est identique à la grande espèce du calcaire de Seewen de la Suisse orientale. M. Mérian a signalé dans le même gisement le *Bourgueticrinus ellipticus* Mill. Ces deux espèces confirment donc l'identité de ces calcaires avec celui de Seewen.

Nous devons à M. **Ooster**[75] la description d'un grand nombre de fossiles des couches crétacées supérieures des Alpes Bernoises; mais ces fossiles, de petites dimensions, sont dans un mauvais état de conservation et les figures qui en sont données sont par conséquent souvent insuffisantes. Ils proviennent de deux gisements : l'un d'eux se trouve à la Dallefluh, près de Merligen (pl. I, fig. 2), dans un ravin nommé Opetengraben; la roche qui les contient est un schiste calcaire sableux, compris entre des couches aptiennes et le terrain nummulitique. Il renferme de nombreux restes de poissons appartenant aux genres *Beryx, Osmeroïdes, Pycnodus, Gyrodus, Otodus, Oxyrhina,* etc.; des serpules, un grand nombre de mollusques, de bryozoaires, d'échinides et de foraminifères. M. Ooster identifie la plus grande partie de ces fossiles à ceux des terrains crétacés de la Saxe et de la Bohême qui ont été décrits par M. Reuss et M. Geinitz et il regarde ces couches comme l'équivalent du *Pläner* de ces pays.

* Voyez Revue pour 1869. Archives, 1870, pl. I.

L'autre gisement se trouve dans un calcaire gris et un grès bleuâtre au Kublisbad, près de Neuhaus, dans le voisinage du lac de Thoune ; le calcaire renferme un oursin déterminé par M. Ooster sous le nom de *Ananchytes ovata*, var. *gibba* Lam. Le grès contient des restes de poissons et un dentale rapporté au *D. polygonum* Reuss.

La découverte de restes organiques dans des couches crétacées supérieures au gault a pour la géologie des Alpes Suisses une grande valeur, les terrains crétacés supérieurs et le calcaire de Seewen en particulier qui en est le principal représentant n'ayant fourni jusqu'ici dans les Alpes qu'un très-petit nombre de fossiles.

M. le professeur **Studer**[88] a décrit la coupe géologique très-compliquée que forment les divers terrains des environs de Merligen et leurs relations stratigraphiques ; il a complété sur quelques points le beau travail que M. Rutimeyer* a publié antérieurement sur cette région. Le savant professeur n'est cependant pas parvenu à expliquer l'énigme que présente cette localité. Je reproduis la coupe qu'il en a donnée, coupe fort curieuse, qui a déjà été et sera probablement encore le sujet de nombreuses discussions (Pl. I, fig. 2, 3).

Les deux côtés du Justithal présentent les terrains néocomien, urgonien et nummulitique régulièrement superposés; la chaîne des Ralligstöcke est composée des mêmes formations plongeant en succession régulière vers le centre de la montagne, de sorte que le chemin du Justithal à Sigriswyl coupe successivement le néocomien, l'urgonien, les schistes de la craie, le terrain nummuli-

* Ueber das schweizerische Nummulitenterrain. Nouv. Mém. de la Société helv., 1850, tome XI.

tique et traverse ensuite ces mêmes terrains en ordre inverse.

Au delà de ces couches la Dallefluh est formée du grès de Taviglianaz, qu'on trouve aussi dans l'Opetengraben et jusqu'à Merligen; il contient des restes d'animaux et de plantes et M. Ooster [73] a rapporté les premiers, quoique avec doute, à des espèces rhétiennes; mais il n'a pu en faire aucune détermination précise, à cause de leur mauvaise conservation; au Rothbühl se trouve du gypse, roche regardée généralement comme triasique dans nos Alpes, ce qui paraîtrait confirmer les déterminations de M. Ooster. Au-dessous apparaît un calcaire sans fossiles que M. Studer avait rapporté antérieurement au calcaire de Châtel. Plus bas encore, sur la route de Sigriswyl à Merligen, se voit le grès miocène de Ralligen plongeant sous le gypse et sous le grès de Taviglianaz. Il paraît aussi indépendant des roches sous-jacentes que de celles qui le recouvrent et il est en discordance complète de stratification avec les couches horizontales de la nagelfluh de Ralligen, ce qui est une circonstance exceptionnelle, car ces deux roches sont généralement en stratification concordante.

A quelque distance de là on observe à la Bodmialp des marnes rouges et de la cargneule surmontées de couches rhétiques et liasiques, avec un grand nombre de fossiles signalés par M. de Fischer-Ooster* et recouvertes d'un grès vert semblable à celui qui se trouve près de là au Hörnligraben, intercalé dans le grès de Taviglianaz; un peu au-dessus se montrent les couches néocomiennes, urgoniennes et nummulitiques dans leur ordre normal; ici, le grès de Taviglianaz repose donc sur le lias tandis que, près de Merligen, on trouve des fossiles

* Voyez page 18.

rhétiques dans sa partie supérieure; sa place est dans les deux cas très-différente de celle qu'il occupe généralement dans les Alpes.

Cette coupe observée avec beaucoup de soin est très-difficile à comprendre et l'on ne saurait admettre, sur des faits encore inexpliqués, l'opinion de M. **de Fischer-Ooster**[28] qui regarde le grès de Taviglianaz tantôt comme triasique, tantôt comme rhétique. L'âge de cette roche est trop bien établi par de nombreuses observations et des coupes incontestables pour pouvoir être mis en doute. De nouvelles recherches amèneront probablement la solution de cette question sur laquelle MM. Ooster et de Fischer-Ooster ont eu le mérite d'appeler l'attention des géologues. C'est aussi l'opinion de M. **Bachmann**[6] qui a visité les environs de Merligen avec M. Studer. Peut-être quelque localité voisine de celle-ci ou quelque nouvelle roche découverte dans ces localités mêmes donneront-elles la clef de cette énigme stratigraphique et paléontologique; peut-être reconnaîtra-t-on aussi que les couches en question appartiennent réellement aux terrains rhétique ou liasique, sans qu'il soit nécessaire de bouleverser pour cela la géologie des Alpes. M. A. Favre* a énoncé l'opinion que le grès de Taviglianaz est une cendre volcanique stratifiée par les eaux et il n'est pas impossible qu'une roche de cette nature se soit formée à des époques différentes.

M. Studer joint à cette description une remarque sur la situation particulière qu'occupe, à la limite des Alpes et de la plaine, la chaîne à laquelle appartiennent les Ralligstöcke. Elle se termine brusquement à Schöriz sur le bord du lac de Lucerne et à Merligen au lac de Thoune.

* Recherches géologiques, tome III, p. 506.

La continuation de ces montagnes au delà de ce dernier lac paraît être sur la rive droite de la Kander dans la chaîne qui s'étend du Morgenberghorn au Mittaghorn, c'est-à-dire beaucoup plus au S.-E. La formation de certaines grandes vallées de nos Alpes et particulièrement de celle dans laquelle s'étend le lac de Thoune, a donc une haute importance dans l'histoire de la formation et du soulèvement des Alpes.

M. **Renevier** [81] a donné quelques notes sur une zone de flysch qui s'étend du Pré de Chaussy au Wahleggberg au-dessus de Gsteig dans les Alpes vaudoises, et repose au Sud du côté des Ormonts et du Pillon, tantôt sur la cargneule et le gypse triasique, tantôt sur le lias.

Deux espèces de Nautilides provenant de blocs de grès nummulitique tombés des Ralligstöcke et trouvés aux environs de Merligen ont été décrites et figurées par M. **Ooster** [74]. Ce sont l'*Aturia* (*Nautilus*) *Ziczac* Edw. et le *Nautilus Parkinsoni* Edw.

La localité d'Habkern est depuis longtemps connue par la présence de blocs exotiques d'un granite rouge au milieu du flysch. L'étude que M. **Kaufmann** [55] a faite de la roche qui compose ces blocs et des roches avoisinantes l'a amené à conclure qu'il faut diviser les granites contenus dans le flysch de la vallée d'Habkern en granites provenant de la métamorphose des éléments sédimentaires du flysch et en blocs granitiques roulés, amenés en ce point pendant la période de formation de cette roche. Le mode d'origine des premiers et les énormes dimensions qu'atteignent quelques-uns des seconds causent, dit M. Kaufmann, un égal étonnement. Cette théorie est en effet, de nature à soulever bien des doutes.

La mollasse marine a été reconnue par M. **Fankhauser** [11] dans l'Emmenthal; il donne une coupe détaillée des couches miocènes de cette vallée qu'il divise en deux groupes; l'inférieur formé de marnes bleuâtres sableuses et de nagelfluh contenant beaucoup de quartz blanc, appartient à la mollasse d'eau douce inférieure, et renferme des intercalations de couches marines; il contient au Riedberg la *Lamna cuspidata*, le *Zygobates Studeri* Ag., d'autres restes de poissons, une huître, des restes de plantes et près d'Ilfis des empreintes de plantes, *Cinnamomum Scheuchzeri* Heer., *Salix tenera* Br., *Quercus chlorophylla* Ung. Le groupe supérieur est formé d'un grès gris grossier, d'origine marine contenant des dents de *Lamna cuspidata*, d'autres restes de poissons et des fragments de coraux. L'auteur décrit la disposition des couches, leurs divers affleurements et indique les oscillations du sol pendant l'époque où elles se sont déposées. L'étude des dépôts quaternaires de cette vallée montre que les formations tertiaires ont été soumises longtemps avant les érosions de la période actuelle, à des dénudations qui ont pénétré très-profondément. M. Fankhauser fait en terminant quelques remarques sur les blocs erratiques; il signale le fait que le granite de Habkern se trouve toujours avec le grès de Hohgant et en conclut que ces blocs exotiques sont aussi de nature erratique et ont été déposés par l'ancien glacier de l'Emme.

Dans le bel et savant ouvrage publié par M. **Belgrand** [10] sur le bassin parisien, ce géologue distingué se rattache entièrement à la théorie de M. E. de Beaumont sur le soulèvement des Alpes. Le relief actuel du bassin de la Seine a été formé, d'après lui, par une masse d'eau considérable coulant avec une grande rapidité, et mise en

mouvement par le soulèvement brusque de cette chaîne; M. Belgrand admet deux soulèvements dont l'un, celui des Alpes occidentales, aurait eu lieu après le dépôt de la mollasse, l'autre celui des Alpes orientales, survenu après le dépôt de l'alluvion ancienne, aurait produit le relief actuel de la chaîne principale des Alpes (du Valais en Autriche); la contrée dans laquelle s'est faite cette dernière convulsion, présentait déjà de très-nombreuses sommités; « les neiges dont ces hautes montagnes ne « pouvaient manquer d'être couvertes, ont dû être fon-« dues en un instant par les gaz auxquels est attribuée « l'origine des dolomies et des gypses » (E. de Beaumont). « Suivant toute probabilité, dit M. Belgrand, le ravine-« ment du bassin de la Seine est contemporain du dé-« placement d'eau, quel qu'il soit, qui a déblayé les « hautes vallées des Alpes et transporté l'alluvion ancienne « dans la position où nous la voyons aujourd'hui en lui « faisant franchir les grands lacs sans les remblayer*. »

La question de la rapidité de la fusion des glaciers a été longuement discutée il y a 25 ans; cette fusion rapide était la base de l'hypothèse qui attribuait à des courants diluviens le transport des blocs erratiques, théorie qui est maintenant presque généralement abandonnée. Peu de géologues croient aujourd'hui que les gypses et les dolomies des Alpes aient été produits par un dégagement de gaz et que ces roches qui constituent un horizon très-étendu et parfaitement déterminé, inférieur à l'étage rhétique aient été formées sous une influence éruptive à l'époque de l'alluvion ancienne sans que les terrains qui les recouvrent aient subi une altération semblable.

La théorie de M. E. de Beaumont et de M. Belgrand

* Introduction, p. LIII.

exige encore un soulèvement brusque de la chaîne, et ce dernier savant voit dans les contournements des terrains dans les Alpes une raison pour l'admettre; il serait plus naturel, semble-t-il, d'adopter l'opinion contraire, et en considérant ces contournements si compliqués tels qu'ils existent par exemple dans les Alpes de Glaris, on serait plutôt tenté de croire qu'un soulèvement lent a seul pu produire un enchevêtrement si curieux des couches les unes dans les autres; un soulèvement rapide n'aurait opéré que des plissements locaux ou une série de fractures.

M. Belgrand combat les diverses théories émises sur l'origine de l'alluvion ancienne par MM. Gastaldi, de Mortillet, Lyell et Favre, et suppose que les cailloux qui la forment ont d'abord été entraînés dans les profondeurs des lacs, puis qu'ils ont été retirés par la violente irruption des eaux causée par la fonte subite des glaciers. Mais malgré la rapidité qu'on peut attribuer aux courants, on ne peut supposer que, débouchant de la vallée du Rhône dans le bassin du lac, ils conservent assez de force pour déblayer ce bassin qui ne compte pas moins de 60 kilomètres de longueur et 300 mètres dans sa plus grande profondeur; d'ailleurs, comme l'a montré M. A. Favre, l'alluvion ancienne porte, à un kilomètre en aval du lac, l'empreinte d'un dépôt fait lentement; elle est stratifiée et formée d'un mélange de cailloux et de sable fin, et il est impossible d'admettre que ce dépôt soit dû à un courant qui aurait eu assez de force pour retirer d'une profondeur considérable de grandes masses de cailloux.

Il y a longtemps que l'âge du dernier soulèvement des Alpes est l'objet de discussions entre les géologues français et les géologues suisses. En 1846, M. le professeur Studer combattait déjà les idées de M. E. de Beau-

mont sur ce sujet et après avoir défini la nature et l'âge des dépôts supérieurs à la mollasse, il ajoutait : « Il ré-« sulte de ce qui précède, que, si le soulèvement des « Alpes principales, pour l'école parisienne, a eu lieu en-« tre le dépôt de l'alluvion ancienne et celui du terrain « diluvien, cela veut dire, en langage suisse, que ce sou-« lèvement est plus récent que la mollasse supérieure et « plus ancien que les dépôts de cailloux roulés qui rem-« plissent les vallées.... La mollasse se redresse sur les « flancs des Alpes; les masses de cailloux sont horizon-« tales et n'ont pas pris part au soulèvement. Il n'y a donc « pas de raison pour attribuer un âge plus ancien à une « partie du cercle des Alpes qu'au système principal *. »

M. **Desor** [14] a repris dernièrement l'étude de cette question et l'a examinée dans la vallée de la Durance sur les terrains de laquelle M. de Beaumont avait basé sa théorie. Il a montré que les conglomérats nommés par le géologue français et par ses disciples terrains de transport anciens ou diluvium redressé, sont parfaitement concordants dans cette vallée avec les grès de la mollasse, et que ces derniers passent graduellement au conglomérat, lequel renferme des cailloux impressionnés comme les conglomérats miocènes de la Suisse auxquels M. Desor les assimile. Ce savant confirme ainsi l'opinion si clairement énoncée il y a vingt-cinq ans par M. Studer, savoir que le soulèvement des Alpes orientales et celui des Alpes occidentales ont eu lieu à la même époque, après le dépôt de la mollasse et avant celui de l'alluvion ancienne; le

* Coup d'œil sur la géologie des Alpes occidentales. Archives des Sciences phys. et natur., 1846, t. III, p. 248. Neue Jahrb. für Min. u. Geol. v. Leonhard u. Geinitz, 1846, p. 195.

soulèvement de toute la chaîne correspond donc à celui des Alpes occidentales de M. E. de Beaumont * et le système de soulèvement des Alpes orientales qui a eu lieu, d'après l'éminent géologue, entre le dépôt du terrain de transport ancien et le passage des courants diluviens, n'a donc aucune raison d'être.

M. **A. Heim** [49] a lu à la Société helvétique des sciences naturelles une note sur l'histoire des Alpes, dans laquelle il expose rapidement la nature des roches qui les composent, les rapports des diverses formations entre elles, quelques considérations sur leur soulèvement, les plissements des couches, l'âge de cette chaîne et la formation de son relief actuel. Ce travail est accompagné d'une belle coupe du versant nord des Alpes passant par le massif du St-Gothard, celui du Finsteraarhorn et aboutissant à la plaine suisse.

M. **F. de Salis** [52] a fait quelques études sur la décomposition des roches dans les montagnes des Grisons où les schistes sont, comme on le sait, fort abondants et particulièrement sujets à être attaqués par les influences atmosphériques.

II. Le Jura et la Plaine.

De nouvelles publications de la Commission géologique suisse sont venues s'ajouter à celles que nous possédons déjà sur la chaîne du Jura; ce sont les feuilles VI et VII de la carte fédérale coloriées géologiquement et deux volumes de texte.

* Il y a dans la note de M. Desor (six lignes avant la fin) une faute d'impression qui change totalement le sens de la conclusion; au lieu de : « le soulèvement des Alpes *occidentales* n'a pas de raison d'être, » il faut lire : « le soulèvement des Alpes *orientales*...... » L'auteur m'a autorisé à faire cette rectification.

La feuille VI étudiée par M. **Jaccard** [51-52] ne comprend qu'une petite partie du territoire suisse aux environs du Locle.

M. **Jaccard** a décrit successivement : la région de la Chaux-de-Fonds, du Locle et de la Chaux-du-Milieu, en accordant une importance spéciale au vallon du Locle dont la structure géologique est des plus compliquées ; la vallée du Doubs comprenant particulièrement les localités de Morteau et de Villers-le-Lac, où les terrains portlandien, purbeckien, et crétacés inférieur et moyen sont très-développés; le plateau du Russey et de Maiche où se trouvent les terrains jurassiques, du bathonien au portlandien, et quelques représentants des terrains crétacés et tertiaires; enfin le massif de Chaumont avec le Val-de-Ruz et la zone littorale du lac de Neuchâtel. Cette dernière région est composée des terrains jurassiques supérieurs et crétacés inférieurs, de quelques lambeaux de mollasse et de terrain quaternaire et glaciaire; elle est comprise dans la feuille XII de la carte fédérale qui n'a pas encore paru, et M. Jaccard en a publié à l'avance la description géologique.

Le travail de M. **Greppin** [43-45] comprend le Jura bernois et quelques districts adjacents. L'auteur examine les terrains aux points de vue stratigraphique et paléontologique. Le trias, qui est la formation la plus ancienne, est représenté par ses trois principales subdivisions. Les terrains jurassiques, qu'il fait commencer avec l'époque rhétienne et dans lesquels il admet 14 subdivisions principales, présentent une succession et une richesse de faunes très-remarquables; la série crétacée est interrompue à l'époque cénomanienne; puis viennent les dépôts tertiaires, quaternaires et modernes.

Cette étude, faite avec beaucoup de soin, est résumée en un tableau des terrains du Jura central. L'auteur passe ensuite à l'orographie de la chaîne et décrit l'aspect du Jura aux diverses époques géologiques. Contrairement aux opinions de Thurmann et de Gressly, il soutient que le relief actuel du Jura date de la fin de l'époque tertiaire; ce travail est complété par une étude des sources et par un appendice paléontologique dans lequel des espèces nouvelles des terrains jurassiques et particulièrement les restes de deux grands reptiles de l'époque virgulienne sont décrits et figurés.

La partie de la feuille VII [64] de l'Atlas fédéral qui concerne la chaîne du Jura à laquelle se rapporte le travail de M. Greppin, a été coloriée par ce savant et la plaine par M. **Bachmann**. La région du Jura qui se prolonge du côté d'Arau à la suite de celle qui a été décrite par M. Greppin, a été étudiée par M. **Mœsch** [65]; elle est représentée sur la feuille VIII de l'Atlas fédéral.

Grâce à ces publications, la carte géologique du Jura est aujourd'hui complète; les diverses feuilles sont coloriées d'une manière uniforme, et le texte joint à ces cartes permet de juger de la grandeur et de l'importance de ce travail exécuté par MM. Muller, Mœsch, Jaccard et Greppin sous la direction de la Commission géologique fédérale. Cependant, malgré les progrès considérables qu'ont réalisé ces travaux dans la connaissance de cette chaîne de montagnes, l'œuvre n'est pas encore terminée et si les divers géologues qui l'ont exécutée sont généralement d'accord, il existe cependant encore quelques points obscurs et quelques divergences dans la classification des assises jurassiques. Il faut espérer que nous verrons bientôt combler cette dernière lacune.

M. **Jaccard** [69] a donné une explication des feuilles VI, XI et XVI de la carte géologique de la Suisse qu'il a publiée en 1869 et 1870, et a mis en tête de cette notice quelques mots sur la manière de colorier les cartes géologiques.

M. **A. Muller** [70] a publié une étude très-complète du Cornbrash du Jura bâlois. Il en décrit une à une les différentes couches dont l'ensemble a 15 à 20 mètres d'épaisseur. Il fixe la limite inférieure de ce terrain au Hauptrogenstein et la limite supérieure à la couche à *Ammonites macrocephalus* Schl. qu'il admet encore dans cette formation, parce que l'*Ammonites triplicatus* Quenst. qui se trouve avec ce dernier fossile, est aussi abondante dans la couche inférieure où la *Terebratula varians* est très-commune. Il établit dans ce terrain les subdivisions suivantes :

Cornbrash supérieur, couches à *Rhynchonella varians*. 1. Calcaires ferrugineux oolitiques à *Ammonites macrocephalus* Schl., *A. triplicatus* Quenst. 2. Calcaires argileux gris à *Ostrea Knorrii* Ziet., *Mytilus bipartitus* Sow., gisement principal de la *Rhynchonella varians* Sow.

Cornbrash moyen. 3. Calcaires jaunes et bruns à *Gervillia Andreæ* Thurm., *Trigonia costata* Lam., *Lima proboscidea* Sow. 4. Calcaires oolitiques jaunes à *Holectypus depressus* Des., *Disaster analis* Ag. (marnes à Discoïdées).

Cornbrash inférieur. 5. Oolite à *Clypeus patella* Ag., *Ammonites Parkinsoni* Sow., *Nucleolites clunicularis* Ag. 6. Calcaires à *Terebratula maxillata* Sow. et *Nerinea Bruckneri* Thurm. Ces dernières couches reposent sur le Hauptrogenstein.

Ces différentes subdivisions, caractérisées par des fossiles qui leur sont particuliers, sont reliées par des

espèces communes. Plusieurs espèces de cette époque paraissent avoir commencé dans l'oolite inférieure et même dans le lias; d'autres ont prolongé leur existence jusque dans le terrain jurassique supérieur. M. Muller entre dans des considérations intéressantes sur la durée des espèces, leur origine, leurs migrations et leurs modifications, et trouve dans l'examen des faunes qu'il a étudiées, une confirmation complète de la théorie de Darwin. La plupart des couches triasiques et jurassiques du Jura bâlois sont des formations littorales qui se sont déposées en retrait les unes sur les autres par suite du soulèvement lent de la Forêt-Noire.

Nous devons à M. **Thiessing** [64] deux notes sur le terrain jurassique des environs de Porrentruy. La première est une coupe du terrain astartien mis à découvert par une tranchée de chemin de fer au pied du Fahy; il présente une épaisseur de plus de 100 mètres et une grande abondance de fossiles; la seconde donne une liste d'ossements fossiles provenant pour la plupart des étages astartien, strombien et virgulien.

M. **C. Mayer** [65] a décrit dans le journal de Conchyliologie plusieurs nouvelles espèces de fossiles des terrains jurassiques; j'indique ici celles qui proviennent de la Suisse :

Terebratula episcopalis; bloc exotique d'Yberg (Schwytz); zone de l'*Amm. planorbis*.
Cardinia Escheri; zone de l'*A. angulatus*, de Mageren (Saint-Gall).
Pholadomya insolita; zone de l'*A. Jamesoni*, Argovie.
Ammonites crocus; terrain oxfordien, Argovie.
— *icticerus*; terrain oxfordien, Birminsdorf (Argovie).
— *diadematoides*; zone de l'*A. Sowerbyi*, Argovie.

MM. **Kubler** et **Zwingli** [59], déjà connus par leurs

travaux au microscope *, ont publié cette année la description des foraminifères du Jura suisse. Leur examen a porté sur les roches jurassiques des environs de Soleure jusqu'à l'Eichberg dans le grand-duché de Baden et ils ont reconnu ces organismes dans quinze zones successives, depuis les marnes à *Ammonites Turneri* jusqu'à la zone de l'*Ammonites steraspis*. Ils ont décrit 153 espèces de foraminifères, dont 34 appartiennent au lias, 56 au jura brun, 78 au jura blanc; 3 espèces sont communes au lias et au jura brun, 7 au jura brun et au jura blanc.

Les Stichostégiaires sont abondants dans ces trois formations; mais leur nombre est cependant dépassé dans le terrain jurassique supérieur par celui des Hélicostégiaires dans lesquels le genre *Cristellaria* compte à lui seul 21 espèces. Comparant leurs observations avec celles qui ont été faites dans les terrains jurassiques du reste de l'Europe, les auteurs remarquent que les Dentalines sont relativement rares dans le Jura suisse, les Vaginulines y sont fort répandues; les Cornuspires se font remarquer par leur abondance en espèces et en individus; les Agathistégiaires (*Ophtalmidium*), rares dans le reste de l'Europe, sont très-communes du lias supérieur aux marnes à *Terebratula impressa*.

MM. **Pictet** et **Campiche** [79] ont publié cinq livraisons de la description des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix; elles comprennent la fin de la famille des Limides, les Pectinides (genres *Pecten, Hinnites, Janira, Spondylus, Plicatula*), et les Ostracés (genres *Ostrea, Anomia, Placuna* et *Placunomya*). Dans la dernière livrai-

* Mikroskopische Mittheilungen: I, Neujahrsblatt, Winterthur, 1864, II, Mikroskopische Bilder aus der Urwelt der Schweiz, Neujahrsblatt, 1866. — Actes de la Société helv., 1864.

son, M. Pictet annonçait la perte qu'il venait de faire du collaborateur qui lui fournissait depuis 14 ans les matériaux de ce grand travail. Aujourd'hui le savant professeur a disparu lui-même, laissant inachevée cette œuvre à laquelle il donnait la plus grande partie de son temps, et qui est un des monuments les plus remarquables de la science en Suisse. Il avait cependant avancé suffisamment l'étude des Brachiopodes pour que cette monographie puisse être continuée jusqu'à la fin de cette classe de Mollusques. Mais les conclusions auxquelles l'avaient amené ses études sur les terrains crétacés, qui devaient former la dernière partie de cet ouvrage, sont malheureusement perdues pour la science.

M. **Ph. de la Harpe** [47] a résumé les travaux exécutés par MM. Pictet, Gaudin et lui-même, puis par MM. Pictet et Humbert sur le terrain sidérolithique du canton de Vaud, et comparé la faune décrite par ces savants avec celle que M. Rutimeyer a fait connaître dans le Jura septentrional.

Jusqu'ici on a décrit et figuré en Suisse 84 espèces de vertébrés éocènes; 55 ont été recueillies dans la partie S.-E. du Jura suisse; 40 proviennent de la partie N.-E.; 11 espèces, dont 10 pachydermes, sont communes aux deux régions. On compte 14 reptiles et 70 mammifères, parmi lesquels 51 pachydermes, 8 rongeurs, 10 carnassiers et insectivores et un quadrumane.

Dans un article sur les caractères du terrain sidérolithique, M. **Greppin** [44] dit que les envahissements successifs de la mer en Suisse pendant les époques secondaires et tertiaires ne peuvent pas être attribués à des causes fortuites telles que des affaissements ou des soulèvements du sol, mais qu'ils sont dus à des phénomènes

astronomiques tels que les variations de l'axe terrestre.

La suite du catalogue des Mollusques tertiaires du Musée de Zurich que publie M. **C. Mayer** [62] l'a amené cette année à l'étude de la famille des Panopéides. L'auteur en décrit 48 espèces classées dans les genres *Actinomya, Panopæa, Saxicava* et *Cyrtodaria*. Il est à regretter que ce travail ne soit pas accompagné de figures représentant les nombreuses espèces nouvelles décrites par ce paléontologiste distingué.

Par suite de sondages faits dans les environs de la ville de Bâle, M. **Merian** [64] a pu donner de nouveaux détails sur la distribution du terrain tongrien dans cette région. Ce terrain est formé de marnes jaunes, grises et rougeâtres qui renferment l'*Ostrea cyathula* Lam. Il forme la base du diluvium de la ville de Bâle et s'étend du confluent de la Birse jusqu'à Huningen et probablement encore plus loin du côté de l'Alsace. Il manque sur la rive droite de la Birse, mais il est très-développé sur la rive gauche de cette rivière et plus à l'Ouest où il prend une grande épaisseur.

M. **de Fischer-Ooster** [52] a fait connaître quelques gisements de plantes de la mollasse, à Saint-Légier près de Vevey, à la Combaz près de Saint-Martin (canton de Fribourg), et à Châtel-Saint-Denys; les deux premiers qui paraissent nouveaux sont riches en espèces. Il a figuré [26] aussi une empreinte trouvée dans le lignite de la Paudèze près de Lausanne. Il la rapporte, bien qu'elle soit très-peu distincte, à une plante du groupe des Nymphéacées qu'il nomme *Nuphar primævum*.

MM. **Ooster** et **de Fischer-Ooster** [77] ont figuré des restes de rhinocéros provenant de l'Engehalde près de Berne, qui avaient été décrits en 1860 par M. Ru-

timeyer *. Ces débris trouvés dans le terrain miocène, appartiennent aux espèces suivantes : *Acerotherium Gannatense* Duv., *Rhinoceros Sansaniensis* Lart.

M. **Gutzwyler** [16] a communiqué à la Société helvétique des sciences naturelles le résultat de ses observations sur la mollasse des cantons de St-Gall et d'Appenzell. Ce travail exécuté pour la commission géologique suisse sera plus tard l'objet d'une publication.

III. Terrain quaternaire.

M. P. **Merian** [16] a signalé la découverte de dents du *Rhinoceros tichorhinus* Cuv., dans le diluvium des environs de Bâle.

MM. **A. Escher de la Linth** et **Burkli** [17] ont publié un travail sur les eaux de la ville de Zurich et des environs ; il est divisé en trois parties qui comprennent l'étude géologique du sol, des remarques sur les eaux souterraines, les sources et leur distribution. La carte géologique de la ville de Zurich qui accompagne ce mémoire représente la mollasse et un grand nombre de subdivisions des terrains quaternaires et récents; elle montre avec une grande netteté la moraine terminale qui limite le lac de Zurich. Ce travail est accompagné de plusieurs tableaux relatifs à la distribution des eaux.

M. **D. Colladon** [18] a décrit la terrasse d'alluvions sur laquelle est construite la ville de Genève. Cette terrasse élevée de 32 mètres au-dessus du niveau du lac présente à sa partie supérieure un banc formé de couches horizontales de graviers, de galets et de sable. Sous ce banc se trouvent des couches régulières de sable, mêlées de cou-

* Mittheil. naturf. Ges. Bern, 1860, p. 121.

ches de gravier, inclinées de 30 à 40 degrés, et qui viennent s'arrêter brusquement contre le banc horizontal qui leur est superposé. Les matériaux qui les composent rappellent par leur nature minéralogique les sables et les graviers de l'Arve.

M. Colladon explique la structure de cette terrasse par le fait déjà admis par plusieurs géologues que le lac de Genève avait à une époque ancienne un niveau plus élevé que celui qu'il a actuellement. Un affluent, déversant périodiquement à l'embouchure du lac les sables et les graviers, y a formé un delta composé de couches inclinées, puis, quand ce delta a été élevé au niveau du lac, l'affluent a coulé en déposant sur cette nouvelle surface des lits horizontaux de sables et de graviers. Cette explication est identique à la théorie de M. Dansse sur la formation des terrasses sous-lacustres près de l'embouchure des torrents. Dans ce cas particulier, la structure même des couches vient appuyer cette théorie. La nature des matériaux qui les constituent et le voisinage de l'Arve, prouvent évidemment que la formation de la terrasse des Tranchées est due à cette rivière.

M. **A. Favre**[23] et M. **Bachmann**[5] ont cherché à donner une explication de la formation des cailloux impressionnés qui se trouvent en abondance dans le terrain quaternaire des environs de Berne, de Thoune, de Genève, etc.

En examinant ces dépôts, ils ont supposé que ces impressions pourraient être dues à l'eau d'infiltration qui, restant plus longtemps adhérente aux points où les cailloux sont en contact que sur le reste de leur surface, dissoudrait le calcaire et formerait ainsi dans un caillou une dépression correspondant à la forme de la partie

voisine du caillou qui le touche. Cette explication se rapproche de celle qui a été donnée par M. Daubrée * de ce fait remarquable qui fut observé pour la première fois, en 1836, par Lortet dans la nagelfluh de Saint-Saphorin, entre Lausanne et Vevey.

Les travaux relatifs à l'étude du terrain erratique de la Suisse prennent chaque année une plus grande extension. Nous pouvons espérer de connaître bientôt tous les phénomènes qui se rattachent à la période glaciaire en Suisse, l'extension et la puissance des divers glaciers, leurs retraits successifs et les phénomènes diluviens qui les ont accompagnés. L'étude détaillée des restes de cette époque dans un pays où l'on peut regarder son développement comme typique a, outre la valeur locale, une importance théorique et générale facile à apprécier. L'intérêt de ce travail a engagé un grand nombre de communes et plusieurs gouvernements de la Suisse à prendre des mesures pour la conservation des blocs erratiques. Dans un rapport présenté à ce sujet à la Société Helvétique, M. **A. Favre**[25] s'élève contre l'existence de deux périodes glaciaires dont il n'y a pas encore, d'après lui, de preuves positives. Il explique par des circonstances purement locales la présence des alluvions qui se trouvent, à la Dranse, près du lac de Genève et à Wetzikon (Zurich), entre deux terrains glaciaires et sur lesquels M. Heer base l'existence de deux époques glaciaires; il appuie cette opinion sur un fait observé à l'Allée Blanche, au sud du Mont-Blanc, où un terrain d'alluvions repose aujourd'hui sur le terrain déposé par le glacier au commencement du siècle. Il est évident que, quand celui-ci reprendra les di-

* Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, 1857, XLIV, p. 823.

mensions qu'il avait il y a 50 ans, le terrain d'alluvions sera de même que celui de la Dranse et celui de Wetzikon entre deux terrains glaciaires.

M. Rytz et M. Bachmann avaient donné en 1869 un aperçu sur le terrain quaternaire de la vallée de la Kander. M. **Bachmann**[3] a publié depuis un travail complet sur ce sujet dans lequel il décrit les phénomènes qui se sont succédé dans cette vallée depuis la fin de la période tertiaire; il y a joint une carte sur laquelle est tracé un grand nombre de moraines, nombre qui est cependant inférieur à la réalité; elles sont en effet si abondantes qu'on en compte 54 sur un espace de 8 kilomètres. M. Bachmann n'a retrouvé nulle part les traces de deux époques glaciaires; l'accroissement des glaciers et leur retrait interrompu par des arrêts successifs ne constituent qu'un seul et même phénomène.

Le même auteur[4] s'est occupé de l'étude des anciens glaciers du Rhône et de l'Aar et de leurs limites respectives. Il décrit un grand nombre de blocs erratiques; parmi ceux du glacier du Rhône il figure le bloc de granit de Twann, le fameux bloc d'arkésine du Steinhof près d'Herzogenbuchsee et les blocs du Jolimont formés de la même roche.

Il[5] signale sur la rive droite de l'Emmenthal, près de Signau, un bloc de conglomérat de Valorsine et non loin de là à Obermatt sur la rive droite de l'Ifis un bloc d'euphotide. Ces deux roches sont spéciales au glacier du Rhône. Il indique aussi que le bloc gigantesque de serpentine situé entre Walkringen et Biglen provient de la vallée de Trift dont le glacier charrie encore aujourd'hui des roches semblables. Enfin, nous devons au même savant une étude sur un dépôt de nature particulière, ob-

servé aux environs de Berne au contact du terrain glaciaire non stratifié et des masses de cailloux plus ou moins stratifiées qui le recouvrent et qui proviennent de l'action des courants d'eaux occasionnés par la fonte des glaciers.

Tandis qu'en Suisse l'étude du terrain glaciaire est poussée avec activité, deux Français, MM. **Falsan** et **Chantre** [20-21], ont poursuivi jusqu'aux environs de Lyon les traces du glacier du Rhône où elles avaient, du reste, déjà été constatées. Ils ont reconnu et décrit la grande série de moraines qui limitait ce glacier à l'époque de sa plus grande extension, et qui, passant à Seillon, Châtillon, Ars, Sathonay et Lyon, se poursuit de là jusqu'à Vienne en Dauphiné.

En s'étendant jusqu'à une aussi grande distance de sa source et après sa réunion avec le glacier de l'Arve et une partie de celui de l'Isère, le glacier du Rhône eut à lutter contre des glaciers locaux qui occupaient quelques vallées du Bugey, mais il finit par les surmonter et déposa des moraines de roches cristallines sur leurs moraines de roches calcaires. MM. Falsan et Chantre ont adopté pour les glaciers le mode de représentation usité pour les courants marins. Ce procédé a l'avantage d'indiquer sur la carte non-seulement la superficie occupée par les glaciers, mais encore les directions, soit générales, soit locales, suivies par les courants glaciaires.

Un certain nombre d'observations de détail viennent encore augmenter l'intérêt du travail de ces deux naturalistes.

M. **A. Steudel** [87] a publié une description et une carte du terrain erratique des environs du lac de Constance. Après des considérations sur l'origine des lacs et sur le phénomène glaciaire en général, il donne une nombreuse

liste des blocs de cette région, et décrit leur nature, les minéraux et les fossiles qu'ils renferment. Une partie de ce travail est tirée d'une notice publiée antérieurement *.

Nous devons à M. **Tscheinen** [94] une note sur les variations subies par le glacier de Gorner près de Zermatt dans les dernières années, et à M. **Thury** [92] une évaluation de l'épaisseur du glacier de l'Oldenhorn dans les Alpes vaudoises. Cette épaisseur, mesurée au Sex-rouge au bord d'un précipice, est de 30 mètres, et la coupe du glacier présente, selon les places, 40, 50 et 70 couches qu'on peut distinguer nettement.

M. **Ch. Grad** [42] a reproduit dans le Bulletin de la Société géologique des observations sur les glaciers de Grindelwald que j'ai signalées précédemment.

L'origine des tourbières du Jura neuchâtelois a été l'objet des recherches de M. **Ch. Martins** [61]. Ce savant naturaliste a remarqué que dans les tourbières de la vallée des Ponts, du val de Travers et de la Brévine, le sol imperméable sous-jacent est formé par la boue glaciaire déposée par les glaciers alpins au moment de leur grande extension. Leur formation se rattache donc au phénomène glaciaire, et la plupart des tourbières des deux versants des Alpes ont la même origine.

La flore des tourbières du Jura est essentiellement boréale, et son origine est contemporaine de l'époque glaciaire. Il en est de même de celle du nord de l'Europe, des Vosges, de l'Auvergne, des Alpes et des Pyrénées. « L'identité d'origine, dit M. Martins, peut seule expli- « quer cette identité de formes végétales. » Les observations intéressantes de ce savant que je ne puis dé-

* Archives des Sciences phys. et natur., 1867, tome XXIX.

tailler ici, viennent à l'appui de la théorie émise par M. Darwin et soutenue par M. Heer que « la flore alpine « tout entière n'est pour ainsi dire qu'un prolongement « de la flore scandinave jadis continu avec elle, actuelle- « ment séparé, quoique rattaché encore par des anneaux « qui permettent de relier ces deux flores entre elles. »

Un dépôt de tourbe se trouve aussi près de Berne, où il a été dernièrement découvert et décrit par M. **I. Bachmann**[5]. Ce dépôt de quatre pieds de puissance repose sur le terrain glaciaire ; il est composé de restes de sphagnums et renferme un tronc de chêne ; la consistance en est lâche et spongieuse et l'étendue très-restreinte ; peu après son dépôt, la tourbe fut recouverte d'une masse de diluvium.

M. **Tyndall**[95] a publié une série de leçons qu'il a données sur les glaciers, leur histoire, les phénomènes qu'ils présentent et les lois qui les régissent. Ce travail est déduit presque en entier des observations faites sur la Mer de glace ; il est pour ainsi dire une étude raisonnée de ce grand glacier.

Les recherches sur la condensation et l'évaporation de la vapeur d'eau de l'air au contact de la glace, faites au glacier du Rhône par MM. **Ch. Dufour** et **F.-A. Forel**[17], expliquent beaucoup de faits relatifs à la distribution des neiges et des glaciers, à leur accroissement et leur diminution, et se rattachent ainsi plus ou moins à la géologie. Cependant, comme elles dépendent encore plus étroitement de la physique, je me borne à les signaler. Dans un premier appendice joint à ce travail, les auteurs ont donné un plan des moraines frontales du glacier du Rhône qui représente deux moraines concentriques dont la plus éloignée, datant probablement de 1818, était dis-

tante de 420 mètres du front du glacier en juillet 1870; la seconde, plus rapprochée du glacier de 100 mètres, date de 1856.

Un autre appendice concerne les recherches de la commission fédérale d'hydrométrie * sur la surface occupée en Suisse par les neiges et les glaciers. Les surfaces obtenues avec un grand degré d'approximation sont indiquées ici en kilomètres carrés :

Glaciers du Rhin	265,75	kil. carrés.
» de l'Aar	294,42	»
» de la Reuss	145,07	»
» de la Limmat	45,26	»
» du Rhône jusqu'à Genève	1037,27	»
» du Tessin	125,81	»
» de l'Inn dans l'Engadine	182,51	»
Total	2096,09	kil. carrés.

Je signalerai encore, relativement à l'étude physique des glaciers, une note de M. **Briquet**[11] sur la température à de grandes altitudes, ainsi qu'une note de M. **L. Gaulis**[58] sur la limite inférieure des neiges dans les Alpes valaisannes.

M. **Desor**[15] a classé les cavernes du Jura au point de vue de leur forme en quatre types différents : la grotte, l'emposieu ou l'entonnoir, la baume et la galerie. M. Desor distingue encore les cavernes mixtes présentant une combinaison de ces diverses formes et les lapiaz. Il remarque que les cavernes sont intimement liées à la structure géologique du sol, qu'elles sont le plus souvent le résultat d'érosions qui agrandissent et façonnent des fentes ou

* Notice du bureau central de la commission hydrométrique suisse. Berne, 1866.

des ouvertures datant de l'âge du soulèvement de la montagne dans laquelle elles se trouvent; leur origine est souvent fort ancienne.

SCIENCE PRÉHISTORIQUE. L'existence de journaux spéciaux [2-93] qui recueillent tout ce qui se publie dans ce genre de recherches me dispense de signaler tous les travaux qui ont paru sur ce sujet; je n'indiquerai donc que ceux qui se rattachent de plus près à la géologie.

M. **A. Perrin** [78] a publié un travail considérable sur la Savoie à l'époque préhistorique et spécialement à l'époque lacustre.

Dans un essai de chronologie archéologique, M. **F.-A. Forel** [35] cite des calculs faits par plusieurs savants pour donner une date précise aux divers âges antéhistoriques au moyen de débris trouvés à diverses profondeurs dans des alluvions.

Il conteste la validité du calcul de Morlot sur le cône de la Tinière et de celui de Troyon sur les palafittes de l'âge de la pierre de Chamblon. Il cherche ensuite à évaluer le temps qui s'est écoulé entre l'époque du renne et celle des palafittes, temps pendant lequel la faune, la flore, l'homme lui-même ont subi dans notre pays des changements considérables et pendant lequel le niveau du lac s'est abaissé de 30 mètres; mais son calcul ne l'amène à aucun résultat précis.

M. **H. de Saussure** [83] a découvert dans la grotte du Scé, qu'il a fouillée en compagnie de M. Taillefer, une ancienne station humaine du même âge que celle de Veyrier près de Genève; il y a recueilli de nombreux ossements de renne associé à des silex taillés et à des ossements de l'homme, du bouquetin, de l'ours brun, etc. Un squelette

humain, trouvé au fond de la grotte, est probablement d'une époque plus récente et du même âge qu'un fragment de poterie noire micacée; une sépulture découverte en dehors de la caverne, au pied du rocher du Scé, appartient à l'époque gauloise.

M. **de Mortillet** [68] a classé les cavernes de l'époque de la pierre éclatée en France en quatre époques distinctes; le gisement du Salève, de Schussenried en Wurtemberg, ainsi que la plus grande partie des gisements connus, se rattachent à la dernière de ces époques nommée « époque de la Madeleine » du nom d'une caverne de la Dordogne.

NOTES (1870—1871).

1. D.-J. **Ansted.** Notes of a recent visit to the great Tunnel through the Alps, etc. Report XIV. Brit. Assoc. 1870.
2. **Anzeiger** für schweizerische Alterthumskunde. Indicateur d'antiquités suisses. Zurich.
3. I. **Bachmann.** Die Kander im Berner Oberland. Ein ehemaliges Gletscher- und Flussgebiet. Bern, 1870.
4. — Die wichtigsten erhaltenen oder erhaltungswürdigen Fündlinge im Kanton Bern. Mitth. Bern, aus 1870, 32.
5. — Kleinere Mittheilungen über die Quartärbildungen des Kanton Bern. Mitth. Bern aus 1870, 227.
6. — Bemerkungen über den Taviglianazsandstein bei Merligen. Mitth, Bern aus 1870, 222.
7. J. **Ball.** Notice of soundings executed in the lake of Como, with a view to determine the form of its bed. Geol. Magaz., 1871, VIII, n° 8.
8. A. **Baltzer.** Geologische Notizen aus der Adamellogruppe. Jahrb. Schw. Alpenclub, 1870, VI, 421. Viertelj. Zurich, 1871, 175.
9. E. **de Beaumont.** Sur les roches qu'on a rencontrées dans le creusement du tunnel des Alpes occidentales, entre Modane et Bardonèche. Comptes rendus de l'Acad. des Sc., 1870, 1871,

LXXI et LXXIII, reproduit avec une introduction par M. l'abbé Moigno. Actualités scientifiques, 1871.

10. E. **Belgrand.** Le bassin parisien aux âges antéhistoriques, 1869. Histoire générale de Paris.

11. C. M. **Briquet.** De la température à de grandes altitudes. Écho des Alpes, 1871, p. 1.

12. **Chatelain.** Les houilles en Suisse. Bulletin de Neuchâtel, 1870, VIII, 393.

13. D. **Colladon.** Description de la terrasse d'alluvion sur laquelle est bâtie la ville de Genève; disposition remarquable des couches sur lesquelles repose le terrain supérieur. Archives des Sc. phys. et natur., 1870, XXXIX, 37.

14. **Desor.** Note sur le terrain de transport de la vallée de la Durance. Bull. Soc. géol. de France, 1870, XXVII, 35.

15. — Essai d'une classification des cavernes du Jura. Bull. de Neuchâtel, 1871, IX, 68. — Einige Worte über die verschiedenen Grundformen der Höhlen des Jura. Verh. Schweiz. nat. Ges. 1871, LIV, 343.

16. **Desor** et P. **de Loriol.** Échinologie helvétique : description des oursins fossiles de la Suisse, 1870, 1871, feuilles 21 à 39.

17. Ch. **Dufour** et F.-A. **Forel.** Recherches sur la condensation de la vapeur aqueuse de l'air au contact de la glace et sur l'évaporation. Bull. Soc. vaud., 1871, X, 621 ; extrait Archives, 1871, XL, 239. Écho des Alpes, 1870, 238.

18. **Ebray.** Assimilation de la protogine des Alpes au porphyre granitoïde du Beaujolais. Bulletin Soc. géol. de France, 1869, XXVI, 927.

19. A. **Escher von der Linth** und A. **Bürkli.** Die Wasserverhältnisse der Stadt Zürich und ihrer Umgebung. Neujahrsblatt herausg. von d. naturf. Ges. auf das Jahr 1871, LXXIII.

20. **Falsan.** Note sur une carte du terrain erratique de la partie moyenne du bassin du Rhône, dressée par MM. Falsan et Chantre. Archives, 1870, XXXVIII, 118.

21. **Falsan** et **Chantre.** Rapport à M. Belgrand, président de la Société géologique de France, sur le tracé d'une carte géologique du terrain erratique et sur la conservation des blocs erratiques de la partie moyenne du bassin du Rhône. Bulletin Soc. géol. de France, 1869, XXVI, 360.

22. J. **Fankhauser.** Nachweis der marinen Mollasse im Emmenthal. Verh. Bern aus 1871, 162.

23. A. **Favre.** Quatrième rapport sur l'étude et la conservation des blocs erratiques en Suisse. Verh. Schweiz. nat. Ges. 1871, 193.

24. E. **Favre.** Le massif du Moléson et les montagnes environnantes dans le canton de Fribourg. Archives, 1870, XXXIX, 169 ; extrait Verhandl. g. Reichsanst. 1870, 267.

25. E. **von Fellenberg.** Geologische Notizen über das Lötschthal. Jahrb. des Schweiz. Alpenclub, 1870, VI, 417.

26. C. **von Fischer-Ooster.** Beschreibung einer Frucht von *Nuphar primævum* aus der tertiären Braunkohle der Paudeze am Genfersee. Protoz. helv., 1870, II, 26.

27. — Ueber Ichtyosaurus tenuirostris Conyb. aus den Liasschichten am westlichen Fusse des Moleson in den Freiburger Alpen. Protoz. helv., 1870, II, 73. Mittheil. Bern aus 1870, 207.

28. — Neue Nachweise zur Erörterung des Alters des Taviglianaz-Sandsteines. Prot. helv., 1870, II, 85.

29. — Ueber die Zone Rhætischer und Liasischer Schichten an der N.-W.-Seite der Ralligstöcke, beim Bodmi und auf der Zettenalp. Notiz über Neocom-Petrefakten derselben Gegend. Mittheil. Bern aus 1870, 192.

30. — Notiz über das Auftreten der Rhætischen Zone im Ober-Simmenthal. Mittheil. Bern aus 1870, 206.

31. — Notiz über einen neuen Fundort aus der oberen Kreide. Mitth. Bern aus 1870, 205.

32. — Paleontologische Mittheilungen aus den Freiburger Alpen sowie aus dem angrenzenden waadtländischen Gebiete. Mitth. Bern aus 1871, 325.

33. F.-A. **Forel.** Essai de chronologie archéologique. Bulletin Soc. vaud., 1870, X, 559.

34. A. **Forster.** Untersuchungen über die Färbung der Rauchquartze oder sog. Rauchtopaze. Mittheil. Bern aus 1871, 129.

35. B. **Gastaldi.** Brevi cenni intorno ai terreni attraversati dalla Galleria delle Alpi Cozie. Bull. Com. geol. d'Italia, 1871, 193.

36. — Studii geologici sulle Alpi Occidentali. Mem. Com. geol. d'Italia, 1871, I, 1.

37. — Lettere al Signor Enea Bignami (extrait de Cenisio e Frejus di E. Bignami).

38. L. **Gaulis.** De la limite inférieure des neiges dans les Alpes valaisannes. Écho des Alpes, 1870, 97.

39. **Gerlach.** Sulla geologia del Versante meridionale delle Alpi Pennine. Bull. Com. geol. d'Italia, I, 190.

40. V. **Gilliéron.** Notice sur les terrains crétacés dans les chaînes extérieures des Alpes des deux côtés du Léman. Archives, 1870, XXXVIII, 255.

41. — Verhandl. Basel, 1871, V, 453.

42. Ch. **Grad.** Observations sur les glaciers du Grindelwald. Bull. Soc. géol. de France, 1869, XXVI, 687.

43. J.-B. **Greppin.** Description géologique du Jura bernois et de quelques districts adjacents; 8[me] livraison des Matériaux pour la carte géologique de la Suisse.

44. — Tribune du peuple, 1871, 220.

45. J.-B. **Greppin** et I. **Bachmann.** Feuille VII de l'Atlas fédéral, coloriée géologiquement.

46. **Gutzwyler.** Verhandl. Schweiz. naturf. Ges., 1871, LIV, 62.

47. Ph. **de la Harpe.** Notice sur la faune du terrain sidérolithique dans le canton de Vaud. Bull. Soc. vaud., X, 457.

48. O. **Heer.** Le Monde primitif de la Suisse, traduit de l'allemand par I. Demole.

49. A. **Heim.** Blick auf die Geschichte der Alpen. Verh. Schweiz. naturf. Ges. 1871, LIV, 155.

50. — Notizen aus den geologischen Untersuchungen für Blatt XIV der eidg. Karte. Vierteljahresschrift. Zurich, 1871, XVI, 241.

51. A. **Jaccard.** Supplément à la description du Jura vaudois et neuchâtelois; 7[me] livraison des Matériaux pour la carte géologique de la Suisse.

52. — Feuille VI de l'Atlas fédéral, coloriée géologiquement.

53. — Quelques mots sur les cartes géologiques et en particulier sur les feuilles VI, XI et XVI de la carte géologique de la Suisse. Bulletin de Neuchâtel, VIII, 432.

54. — Le D[r] Campiche. Notice biographique. Bulletin Soc. vaud., 1871, XI, 127.

55. **Kaufmann.** Ueber die Granite von Habkern. Verhandl. g. Reichsanst., 1871, 263 et 324.

56. — Seekreide, Schreibkreide und die sogenannten dichten Kalksteine sind krystallinische Niederschläge. Eod. loc., 205.

57. A. **Kenngott.** Adular aus der Fibia am St.-Gotbard. Vierteljahrsschrift. Zurich, 1870, XV, 82.
58. — Magnetit. Eod. loc., XV, 379.
59. **Kübler** und **Zwingli.** Mikroskopische Bilder aus der Urwelt der Schweiz. Die Foraminiferen des Schweizerischen Jura.
60. Ch. **Lory.** Revue scientifique, 2me série, 1871, 715. Soc. géol. de France, 18 décembre 1871.
61. Ch. **Martins.** Observations sur l'origine glaciaire des tourbières du Jura neuchâtelois et de la végétation spéciale qui les caractérise. Mém. Acad. de Montpellier, 1871, VIII, 1 ; extrait Archives des Sc. phys. et natur., 1871, XLII, 236, et Bulletin Soc. géol. de France, 1871, XXVIII, 131.
62. C. **Mayer.** Catalogue systématique et descriptif des Mollusques tertiaires du Musée fédéral de Zurich (suite). Naturf. Ges. Zurich, 1869, XIV, 31.
63. — Description de coquilles fossiles des terrains jurassiques. Journ. de Conchyliologie, 1871, 234.
64. P. **Merian.** Geologische Mittheilungen : Versteinerungen aus dem rothen Kalk der Simmenfluh bei Wimmis. — *Rhinoceros tichorinus*, Cuv. aus dem Diluvium bei Basel. — Verbreitung des Tongrischen Mergels bei Basel. Verhandl. Basel, 1871, V, 388.
65. C. **Mœsch** et J. **Kaufmann.** Feuille VIII de la carte fédérale, coloriée géologiquement.
66. F. **von Mojsisovics.** Verhandl. der k.k. geol. Reichsanst., 1871, 361 ; 1872, 46.
67. G. **de Mortillet.** Géologie du tunnel de Fréjus ou percée du Mont-Cenis. Revue savoisienne, 20 mars 1872, et broch. in-8.
68. — Classification chronologique des cavernes de l'époque de la pierre simplement éclatée, etc. Bulletin Soc. géol. de France, 1869, XXVI, 583.
69. A. **Müller.** Die Gesteine des Geschenen- Gornern- und Maïenthales. Verhandl. Basel, 1871, V, 419.
70. — Die Cornbrash-Schichten im Basler Jura. Verhandl. Basel, 1871, V, 392.
71. **Negri** e **Spreafico.** Saggio sulla Geologia dei dintorni del Lago di Lugano. Bull. d. Comit. geol. d'Italia, I, 56.

72. **Ooster.** Neuer Beitrag zur Kenntniss des Korallenkalks bei Wimmis (Berner Oberland). Protoz. helv., 1870, II, 9.

73. — Die Versteinerungen des Taviglianazsandsteines der Dallefluh am Thunersee (Berner-Alpen). Protoz. helv., 1870, II, 29.

74. — Beschreibung von zwei Arten von Nautiliden aus dem harten kieseligen eocænen Sandsteine der Ralligstöcke am Thuner-See. (Berner-Alpen). Protoz. helv., II, 38.

75. — Beitrag zur Kenntniss der Fauna der obersten Kreideschichten am Nord- Ufer des Thuner-See's. (Berner-Alpen). Protoz. helv., 1870, II, 43.

76. — Die Organischen Reste der Pteropodenschicht, einer Unterlage der Kreideformation in den Schweizer-Alpen. Protoz. helvet., 1871, II, 89.

77. **Ooster** und **von Fischer-Ooster.** Beitrag zur Kenntniss der miocænen Nashornreste der Engehalde bei Bern. Protoz. helv., 1871, II, 1.

78. A. **Perrin.** Étude préhistorique de la Savoie, spécialement à l'époque lacustre.

79. **Pictet** et **Campiche.** Description des fossiles du terrain crétacé des environs de Sainte-Croix. 4me partie, 1870, feuilles 22-33; 1871, feuilles 34 à la fin.

80. **Pillet.** L'étage tithonique à Lémenc (Savoie). Archives des Sc. phys. et natur., 1871, XLII, 135.

81. **Renevier.** Notes géologiques relatives à une course au Pic Romand. Écho des Alpes, 1870, 213.

82. F. **von Salis.** Die Verwitterung im Hochgebirge Graubündens. Jahrb. d. schweizer. Alpenclub, VI, 322.

83. H. **de Saussure.** La grotte du Scé, âge du renne, Suisse. Archives des Sc. phys. et natur., 1870, XXXVIII, 105.

84. Th. **Simler.** Geologische Formationskarte der Schweiz.

85. A. **Sismonda.** Nouvelles observations géologiques sur les roches anthracifères des Alpes, trad. par M. l'abbé Moigno. Actualités scientifiques, 1871.

86. **Sterry-Hunt.** On Alpine Geology. Americ. Journal of Sc. and Arts, 1872, IV.

87. A. **Steudel.** Ueber die erratischen Erscheinungen in der Bodenseegegend.

88. B. **Studer.** Zur Geologie des Ralligergebirges. Mitth. Bern aus 1871, 185.

89. H. **Szadrowsky.** Gottfried Ludwig Theobald. Ein Lebensbild. Jahresber. Graubündens, 1870, XV.

90. G. **Theobald.** Sulla geologia dei dintorni de Bormio (Valtellina) Comitato geologico d'Italia. Bullet., 1870, 101; extrait de THEOBALD und J. WEILENMANN. Die Bäder von Bormio und die sie umgebende Gebirgskette. St.-Gall, 1868.

91. **Thiessing.** Zwei geologische Notizen aus der Umgebung von Pruntrut. Mitth. Bern aus 1871, 337.

92. **Thury.** Une mesure de l'épaisseur du glacier de l'Oldenhorn. Écho des Alpes, 1871, 214.

93. **Trutat** et **Cartaillac.** Matériaux pour servir à l'histoire primitive et naturelle de l'homme.

94. **Tscheinen.** Der Gornergletscher von Zermatt. Verhandl. Zurich, 1870, XV, 186.

95. **Tyndall.** Notes of a course of six lectures on ice, water, vapour and air, 1871.

96. F.-O. **Wolf.** Botanisch-geologische Excursion auf das Schönhorn. Jahrb. d. Schweizer-Alpenclub, 1870, VI, 199.

DES

SPECTRES CALORIFIQUES DU SOLEIL

ET DE

LA LUMIÈRE DE LA CHAUX

PAR

M. S. LAMANSKY[1].

(Traduction.)

En vue des recherches qui font l'objet de ce mémoire et qui ont été faites dans le laboratoire de M. Helmholtz, à Heidelberg, je me suis appliqué à décomposer, à l'aide d'un prisme, un cône lumineux aussi grand que possible. Voici les dispositions qui ont été prises pour atteindre ce but.

Des rayons solaires réfléchis par l'héliostat étaient rassemblés au moyen d'une lentille de 3 pouces et de 25 pouces de distance focale; au foyer de cette lentille se trouvait une fente d'une longueur égale au diamètre de la petite image du soleil. Le faisceau lumineux qui en sortait était décomposé par un prisme de flintglass de 2 pouces d'ouverture et d'un angle réfringent de 60°. Les rayons décomposés étaient rassemblés à l'aide d'une lentille achromatique placée à double distance focale de la fente aussi bien que de la pile thermique linéaire. Cette dernière était composée de 12 éléments bismuth-antimoine et était reliée à un thermomultiplicateur de Magnus. Dans cet arrangement la face du prisme était

[1] Monatsbericht der k. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. Décembre 1871, page 632.

tout entière éclairée par les rayons lumineux et le prisme lui-même pendant l'examen des rayons rouges extrêmes était placé dans la position du minimum de déviation pour les rayons rouges.

Le spectre obtenu par cette disposition était d'une grande pureté et a été étudié de la manière suivante : La double fente de la pile thermique, qui n'avait que $^1/_2$ millimètre de largeur, était placée en premier lieu sur la ligne D; après cela on déplaçait la pile, avec la boîte en fer blanc dans laquelle elle était entourée d'eau chaude pour compenser la température, sur une graduation en millimètres dans le but de pouvoir suivre point par point la distribution de la chaleur dans tout le spectre. Dans des expériences que j'ai faites plus tard pendant l'été avec des appareils en sel gemme, j'ai adapté une vis micrométrique pour le déplacement de la pile thermique qui se trouvait alors derrière la fente d'une plaque de laiton épaisse. A chaque expérience on commençait par faire coïncider à l'aide de l'héliostat, la petite image du soleil avec la fente, ensuite on enlevait l'écran entre la fente et le prisme, puis on lisait la déviation de l'aiguille au moyen d'une lunette et d'une graduation. Je faisais d'ordinaire deux observations pour chaque position de la pile thermique dans le spectre et j'en prenais la moyenne. A la fin je revenais à la ligne D, pour me rendre compte de la variation de l'intensité de l'effet calorifique pendant l'expérience.

1. *Distribution de la chaleur dans le spectre solaire.*

En suivant la méthode qui vient d'être exposée, j'ai étudié la distribution de la chaleur dans le spectre solaire produit par des prismes de flintglass, de sulfure de car-

bone et de sel gemme. Je dois cependant ajouter que les appareils de sel gemme avaient la même dimension que les appareils de verre, cités plus haut, qu'ils avaient été remarquablement bien taillés par l'opticien W. Steeg à Hombourg, dans du sel de Stassfurth d'une transparence parfaite, et que je les ai repolis à nouveau avant chaque expérience. — Mes observations ont eu lieu avant midi pendant l'été et l'automne de l'année dernière et de cette année, et cela seulement par un ciel entièrement dépourvu de nuages ; car les plus faibles nuages occasionnent déjà une différence sensible dans les déviations.

Dans toutes les expériences dans lesquelles, partant de la ligne D, on s'approchait de l'extrémité ultra-rouge du spectre, les déviations, correspondant aux effets calorifiques, croissaient de plus en plus, mais pas d'une manière uniforme, jusqu'à un certain maximum, puis diminuaient ensuite pour augmenter de nouveau, et ainsi de suite, — ce fait se répétait quatre fois. On doit en conclure que la chaleur est distribuée d'une manière discontinue dans le spectre du soleil, c'est-à-dire que les rayons rouges extrêmes sont interrompus en trois endroits par des lacunes ou des bandes.

Ce défaut de continuité dans la distribution de la chaleur du spectre solaire avait déjà été constaté par sir John Herschel (*Phil. Transact.*, 1840), et cela de la manière suivante. A l'aide d'un prisme de flintglass il projetait un spectre sur du papier enfumé, humecté avec de l'alcool, et déterminait la distribution de la chaleur dans le spectre solaire en notant le temps que le papier mettait à sécher. Il a observé que la surface humide du papier séchait sur une série de quatre places (spots) nettement dessinées. Toutefois Herschel dirigea principalement son

attention sur les conditions qui déterminaient l'apparition de ces quatre taches. Il a remarqué que ces taches sont moins nettes dans le spectre produit par le crownglass, et que dans celui d'un prisme d'eau elles ne sont que faiblement indiquées. Plus tard l'existence de ces bandes dans les rayons rouges extrêmes, a été observée par Fizeau et Foucault (*Comptes rendus*, tome 25) à l'occasion de leurs recherches sur l'interférence des rayons calorifiques. Il n'existe pas, que je sache, d'autres observations sur ces bandes du spectre solaire. Tout au moins les investigateurs qui ont examiné la distribution de la chaleur de ce spectre, soit avec des prismes de verre, soit avec des prismes de sel gemme, n'en font pas mention et tracent avant comme après une courbe de chaleur continue.

Les bandes du spectre solaire peuvent être observées très-distinctement avec les trois prismes de flint, de sulfure de carbone et de sel gemme; mais il faut que le spectre soit parfaitement pur.

Elles ont une position correspondante dans les trois spectres, et ne se distinguent, selon la force de dispersion des prismes, qu'en ce qu'elles sont plus larges avec un prisme de sulfure de carbone par exemple qu'avec un prisme de sel gemme, qui est doué d'une force de dispersion plus faible.

Les trois bandes ou lacunes n'ont pas la même largeur; la première est beaucoup plus nettement séparée de la seconde, que la seconde de la troisième. Il peut arriver, lorsque le déplacement de la pile thermique ne s'opère pas suffisamment lentement, que la seconde et la troisième lacune se présentent comme une lacune unique plus large.

On ne peut toutefois obtenir une représentation exacte de la nature de ces bandes que par les expériences avec les appareils de sel gemme, parce que le verre absorbe en trop grande proportion les rayons rouges extrêmes. — J'ai fait un grand nombre d'expériences dans ce but à la fin d'août et en septembre de cette année, parce que nous jouissions ici à cette époque d'un soleil très-pur. Je pouvais alors étudier le spectre calorifique du soleil entre sept heures et une heure, et me suis appliqué à faire deux observations parallèles dans une matinée, l'une le matin, l'autre vers midi. Dans chaque expérience je suivais la distribution calorifique à partir de la ligne D jusqu'aux confins du rouge extrême où elle avait entièrement cessé ou du moins considérablement faibli.

Il résulte de ces observations que les lacunes deviennent un peu plus étroites à mesure que le soleil s'élève.

Elles étaient plus marquées les jours où l'air était relativement plus humide.

Cependant ces observations ne suffisent pas à elles seules pour attribuer ces lacunes ou ces bandes à l'action absorbante de l'atmosphère, surtout quand on considère que la grandeur apparente de ces lacunes est peut-être déterminée par les variations du degré d'intensité des rayons rouges extrêmes aux différentes heures de la matinée. Pour trancher la question de savoir si ces lacunes ou bandes ont leur origine dans notre atmosphère ou dans celle du soleil, il faudrait exécuter une série d'expériences sur le spectre calorifique du soleil au moment qui précède immédiatement le coucher de cet astre, car c'est à ce moment, comme on le sait, que les lignes atmosphériques acquièrent leur plus grande inten-

sité dans la partie lumineuse du spectre solaire, et en outre faire une série analogue sur de hautes montagnes où l'influence perturbatrice de l'atmosphère humide de nos régions est à peu près complétement nulle.

Les expériences comparatives avec le sel gemme ont montré clairement que les rayons rouges extrêmes sont absorbés en très-grande proportion par l'atmosphère. C'est cette absorption des rayons rouges extrêmes qui est la cause du déplacement que le maximum du spectre calorifique du soleil subit avec son élévation au-dessus de l'horizon. Dans toutes les expériences qui ont été faites entre sept et dix heures du matin, le maximum tombait derrière la première lacune et était distant de la ligne D presque autant que celle-ci l'était de la ligne F. Par contre, dans plusieurs expériences faites aux environs de midi, l'effet calorifique atteignait ce maximum, derrière la dernière lacune, ou même le dépassait à cette place, comme cela a eu lieu très-distinctement dans une expérience exécutée par une fraîche journée d'octobre. Il faut donc admettre que c'est là, derrière cette dernière lacune que se trouve réellement la place où l'effet calorifique du spectre solaire atteint son maximum d'intensité. Dans le spectre du sel gemme, cette place est située à la même distance de la ligne D que celle-ci l'est de la ligne G.

Des quatre maxima de chaleur que nous avons observés dans le spectre solaire, le premier est le seul qui, d'après la plupart de nos expériences, conserve sa position intacte, tandis que les trois autres maxima se rapprochent du rouge à mesure que le soleil s'élève, d'où il résulte que la première lacune apparaissait plus étroite dans les expériences de midi que dans celles du matin.

Il est très-probable que le déplacement de ces maxima est dû à un changement de réfrangibilité des prismes de sel gemme, occasionné par l'élévation de température des prismes pendant les expériences de midi. Pour m'en rendre compte, j'ai déterminé la déviation de la ligne D dans une chambre à la température de 5° et de 16° et j'ai trouvé que pour un prisme de sel gemme dont l'angle réfringent était de 60°18′ la déviation à 16° était de 2′ plus grande qu'à 5°. Le déplacement des maxima dans mes expériences est d'un peu moins de $^1/_2$ millim., ce qui correspond à un angle qui peut être gagné par un échauffement de 10° C. du prisme de sel; or, pendant mes expériences une semblable élévation de température pouvait facilement se produire vers midi, car la température de ma chambre de travail était toujours assez élevée à ce moment de la journée.

Dans toutes les expériences qui ont été faites avec les trois prismes mentionnés plus haut, à des heures différentes de la matinée et dans différentes saisons, on distinguait clairement que, lorsque l'effet calorifique du spectre solaire avait atteint son maximum derrière la dernière lacune, il diminuait subitement. — Ce phénomène était particulièrement net dans les expériences faites vers midi avec les prismes de sel gemme. Je ferai encore observer que les deux fentes, tant celle du foyer de la première lentille que la double fente devant la pile thermique n'avaient que $^1/_4$ de millim. d'ouverture, que chaque déplacement de la pile thermique était d'un peu moins de $^1/_4$ de millim., et que dans cette disposition les déviations dans la portion située au delà du dernier maximum étaient diminuées de moitié déjà après deux déplacements pareils. On peut demander si, à la place où l'effet

calorifique du spectre atteint son dernier maximum se trouve aussi la limite de la réfrangibilité et si l'effet calorifique qu'on observe derrière ce maximum n'est point occasionné par de la chaleur diffuse réfléchie ?

Pour écarter l'effet de la chaleur diffuse dans l'examen des différentes parties du spectre, j'ai utilisé, sur la proposition de M. Helmholtz, la méthode des deux prismes, — méthode à l'aide de laquelle il avait réussi à rendre directement visibles à l'œil les rayons violets extrêmes, en excluant la lumière diffuse. J'ai employé plusieurs fois cette méthode des deux prismes dans ces recherches et particulièrement quand il s'agissait de séparer la chaleur lumineuse de la chaleur obscure.

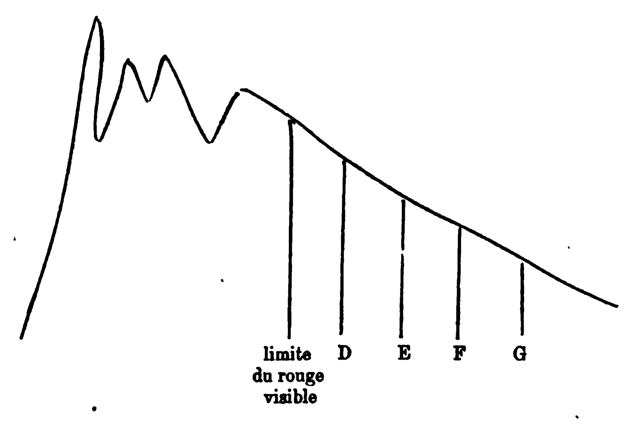
Malheureusement j'ai été empêché par un temps défavorable d'achever les expériences commencées avec cette méthode sur la limite de la réfrangibilité, de sorte que je n'ai point encore de preuve directe à avancer à l'égard de la supposition énoncée plus haut.

Quant à la position du maximum de l'effet calorifique dans le spectre du flintglass, elle est aussi située en dehors du rouge. Dans toutes les expériences qui ont été faites en juin et juillet je l'ai observée devant la première lacune, et en octobre derrière cette même lacune. Les différentes positions du maximum de l'effet calorifique, selon les heures de la journée et selon les saisons expliquent le peu d'accord des données des différents savants qui se sont occupés de ce sujet.

Lorsqu'on suit l'effet calorifique du spectre solaire à partir de la ligne D dans la partie lumineuse, on trouve que les déviations diminuent peu à peu; avec le procédé que j'ai employé, je pouvais constater encore nettement

un effet calorifique derrière la ligne G; j'ai en même temps constaté par la méthode des deux prismes que cet effet n'était pas dû à la chaleur diffuse obscure.

J'ai tracé d'après mes observations la courbe d'intensité calorifique du spectre solaire, en faisant égale à 100 la déviation obtenue au maximum de l'effet calorifique. Ces courbes, comme celle reproduite ci-dessous et qui représente la distribution de la chaleur dans le spectre du sel gemme, permettent de se rendre compte facilement de tout ce que nous venons de rapporter.



Si dans une courbe de ce genre due aux prismes de sel gemme, nous comparons la partie qui correspond à la chaleur obscure avec celle qui correspond à la chaleur lumineuse, nous trouvons que la première est deux fois plus grande que la seconde; il n'est cependant pas rigoureusement exact de calculer de cette manière la proportion qui existe entre la quantité de la chaleur obscure et la quantité de chaleur lumineuse, car, comme je le montrerai plus loin, au-dessus de la partie lumineuse de chaque spectre s'étend une certaine quantité de chaleur diffuse obscure.

2. *Distribution de la chaleur dans le spectre de la lumière de la chaux.*

Les expériences ont été disposées de la même manière que pour le spectre solaire. Entre le cylindre de chaux incandescent et la fente on plaçait une lentille à petite distance focale de telle façon qu'elle se trouvât à un éloignement égal à deux fois la distance focale aussi bien du cylindre de chaux que de la fente. La distribution de la chaleur dans le spectre de la chaux a également été examinée avec des prismes de flintglass et avec des prismes de sel gemme. Dans les expériences avec le flintglass j'ai été obligé d'élargir la fente (2 millimètres), parce que les effets de chaleur étaient très-faibles. Pour ce qui est de la partie lumineuse de ce spectre, je n'ai pu constater un faible effet calorifique que dans le rouge et dans l'orangé. A partir du rouge vers la limite du rouge extrême les déviations augmentaient progressivement jusqu'à un certain maximum, puis il se manifestait une diminution graduelle, toutefois sans présenter une interruption dans la continuité, telle que celle que nous avons constamment observée dans le spectre solaire. Je ferai remarquer à cette occasion que déjà Tyndall, par ses expériences sur la « Calorescence » (*Philos. Transact.*, 1866), avait attiré l'attention sur ce que la discontinuité de la distribution de la chaleur, que sir John Herschel avait observée le premier dans le spectre solaire, ne se présentait pas dans le spectre des sources de lumière artificielles.

Quand nous comparons la distribution de la chaleur dans le spectre de la chaux avec celle qu'offre le spectre du soleil, nous trouvons que la position du maximum de

l'effet calorifique dans le spectre de la chaux est beaucoup plus éloignée de la limite du rouge visible que dans le spectre du soleil. En d'autres termes : pour des sources de chaleur plus faibles l'intensité de l'effet calorifique atteint le maximum dans des rayons à longueur d'onde plus grande que pour des sources de chaleur d'une grande puissance. L'on pouvait d'ailleurs s'attendre à ce résultat, car il en est ici comme de l'incandescence d'un fil de platine, par exemple, lequel émet d'autant plus de rayons de petites longueurs d'onde que la température de l'incandescence est plus élevée.

De plus, on n'observe pas dans le spectre de la lumière de la chaux que l'on obtient avec un prisme de flintglass cette diminution subite de l'effet calorifique que nous avons toujours constatée dans le spectre solaire, ce qui, à ce que je crois, vient de ce que dans nos expériences avec des sources de chaleur artificielles la fente était très-large. Toutefois, quand on opère avec des prismes de sel gemme, pour lesquels la fente est moins large qu'avec ceux de flintglass, bien que plus large que dans les expériences correspondantes sur le spectre solaire, on peut toujours remarquer une place derrière le maximum où apparaît une diminution très-subite ; mais, comme nous l'avons fait observer précédemment, on ne peut décider la question de l'existence d'une diminution subite ou d'une limite probable de la réfrangibilité, qu'en suivant la méthode des deux prismes et en faisant usage de fentes très-étroites.

Nous avons déjà dit plus haut que dans le spectre de la lumière de la chaux avec le flintglass, on ne découvre que dans le rouge et dans l'orangé de faibles effets calorifiques ; mais quand on décompose cette lumière avec un

prisme de sel gemme, on peut encore apprécier un effet de chaleur dans le bleu de ce spectre, bien que ce dernier ne soit pas plus lumineux que celui du flintglass. Les expériences d'absorption avec une plaque de flintglass et avec de l'eau ont indiqué aussi clairement une absorption apparente de la chaleur lumineuse. Si ce résultat devait être confirmé, il indiquerait que la chaleur lumineuse n'est pas absorbée dans la même proportion que la lumière par les corps transparents. Pour arriver à une solution décisive j'ai entrepris une étude rigoureuse de l'absorption de la chaleur lumineuse par le flintglass, en suivant la méthode citée plus haut des deux prismes de sel gemme. Après avoir aussi séparé certains rayons homogènes de la lumière du soleil, j'ai comparé leur effet calorifique avant et après l'interposition d'une plaque de flintglass à faces parallèles, disposée de façon à recevoir les rayons perpendiculairement.

Ces expériences ont été étendues sur toutes les couleurs du spectre solaire et ont conduit à une absorption de chaleur :

pour le rouge de	12 °/₀
pour l'orangé de	10 °/₀
pour le jaune de	7 °/₀
pour le vert de	6 °/₀
pour le bleu de	5 °/₀

Il faut encore retrancher de cette chaleur absorbée la quantité de chaleur réfléchie perpendiculairement, qui, pour une plaque de flintglass, est égale à 5 p. 100 de la chaleur incidente.

Il faudrait s'assurer à l'aide d'une méthode photométrique si la lumière colorée n'est pas aussi absorbée dans

la même proportion; s'il n'en était pas ainsi, nous devrions conclure de nos expériences que la chaleur rayonnante diffuse n'avait pas été complétement écartée.

Ces expériences prouvent que les grands effets calorifiques observés dans la partie lumineuse du spectre de la chaux étaient dus, pour la plus grande partie, à des rayons calorifiques qui, par réflexion diffuse dans les prismes de sel gemme, avaient été déterminés comme dans des milieux d'une transparence imparfaite.

Enfin j'ai fait encore quelques expériences sur l'absorption des rayons rouges extrêmes par des corps transparents, comme l'eau, le verre, le mica, le quartz et la chaux carbonatée. On comparait l'effet calorifique, avant et après l'interposition de ces corps, entre la limite du rouge visible en s'approchant du rouge extrême jusqu'à l'endroit où ce dernier disparaît complétement ou du moins est très-affaibli. Le résultat auquel je suis arrivé a été, d'accord avec les recherches antérieures de Melloni à cet égard sur l'eau (*Poggend. Annalen*, 1832), que *les rayons rouges extrêmes, par leur passage au travers de corps transparents, éprouvent une perte d'autant plus grande qu'ils sont moins réfrangibles.* Quant à ce qui concerne le déplacement du maximum du spectre de la lumière de la chaux, il dépend de l'épaisseur du corps interposé. Ainsi, par exemple, l'interposition d'une couche d'eau de 2 millim. d'épaisseur ne donne pas lieu à un déplacement du maximum, tandis qu'avec une couche d'eau de 10 millim. le déplacement est nettement accusé.

Pour terminer, je me permettrai d'attirer l'attention sur une observation qui s'est présentée dans toutes les

expériences que j'ai faites sur les rayons rouges extrêmes du spectre solaire à différentes heures de la matinée, d'après laquelle je suis conduit à admettre que la portion absorbante de l'air atmosphérique est aussi soumise à la loi énoncée plus haut ; car j'ai été toujours à même de constater que le matin, où les rayons solaires ont un trajet plus grand à parcourir dans notre atmosphère humide, les rayons moins réfrangibles étaient doués d'une intensité plus faible que vers midi.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Prof. P. Tacchini. Memorie della Societa dei Spettroscopisti Italiani. Mémoires de la Société des Spectroscopistes italiens. Palerme, 1872.

Une publication mensuelle de la Société récemment fondée des *Spectroscopistes italiens* vient de nous parvenir et mérite l'attention du monde savant. Elle résulte de l'accord intervenu entre les astronomes de Rome, de Naples, de Palerme et de Padoue, pour faire coïncider et se compléter mutuellement les observations spectroscopiques de ces diverses stations. Dans ce but, un programme raisonné a été arrêté entre eux, et le ministère de l'instruction publique du royaume d'Italie a déjà manifesté ses intentions bienveillantes en allouant un premier crédit à l'association naissante, en lui donnant certaines facilités pour des communications télégraphiques, et en lui faisant espérer une assistance ultérieure régulière.

Les trois premiers fascicules de l'année 1872 renferment, outre l'exposé des bases de l'entreprise, quelques mémoires dignes d'être mentionnés.

Le professeur Lorenzoni de Padoue rend compte de ses observations pendant l'année 1871, en examinant le contour du disque solaire, non-seulement au point de vue de l'existence et de la forme des protubérances, mais aussi à celui des raies spectrales brillantes que présente la chromosphère dans les diverses latitudes héliographiques. Outre les raies de l'hydrogène qui sont partout signalées, il poursuit particulièrement la recherche de la raie *f* et de la raie *h*. La première est probablement celle qui fut aperçue par M. Rayet

entre F et G lors de l'éclipse d'août 1868. Elle correspond au n° 4584 d'Angström et appartient au fer. La seconde *h* appartient à l'hydrogène lorsque la tension et la température sont élevées.

M. Lorenzoni a réussi à constater leur présence partout où se présentent des protubérances d'éclat un peu intense, là aussi où le bord du Soleil est parsemé de points très brillants. En général les deux raies se voient toujours ensemble, et lorsqu'elles brillent, la probabilité est grande que les raies du magnésium, du sodium et de quelques autres métaux sont aussi visibles.

La raie *f* se rencontre fréquemment dans les protubérances jusqu'à une distance considérable du bord solaire ; mais jamais elle ne s'étend jusqu'à l'extrémité supérieure des protubérances de grande dimension. Il y a aussi une variation de formes dans l'apparence des protubérances suivant la raie dans laquelle on les envisage. Dans la raie C leur apparence est la plus complète; elle est moindre dans F, moindre encore dans D_3 et dans $H\gamma$, et pour ainsi dire rudimentaire dans *f*. On peut affirmer, d'après la série d'observations de la fin de l'année de 1871, que la raie *f* manque rarement dans la zone comprise entre les deux parallèles Nord et Sud à 65° de latitude héliographique, mais que plus près des pôles elle est à peu près invisible.

De ces divers résultats et de leur continuation, on pourra vraisemblablement induire plus tard des conséquences importantes sur la superposition des vapeurs et des gaz à la surface du Soleil, sur leur mode d'émission de l'intérieur du globe et sur la distribution de la température à sa surface.

Le P. Secchi donne la description d'un micromètre inventé par lui pour mesurer la hauteur des protubérances et basé sur un principe déjà pratiqué par M. Porro. Il consiste à mesurer le déplacement occasionné sur les rayons lumineux par l'interposition sur leur parcours d'une lame de verre. Cette lame de verre est placée par lui obliquement devant la fente

de son spectroscope, mais elle ne recouvre que la moitié de la longueur de cette fente. Si par l'inclinaison de la lame on fait coïncider l'image du sommet d'une protubérance qui aura traversé la lame de verre avec celle de la base de la protubérance qui ne l'aura pas traversée, le déplacement des deux images pourra s'évaluer par l'angle dont on aura incliné la lame pour obtenir cette coïncidence. Ce procédé est surtout avantageux pour l'évaluation des protubérances de grandes dimensions qui ne peuvent être vues dans leur intégrité dans le champ d'une raie spectrale, quelque élargissement qu'on lui fasse subir en agrandissant la fente du spectroscope.

La comparaison des dessins de contour de la chromosphère, exécutés simultanément dans les trois centres d'observations, Palerme, Rome et Padoue, permet de conclure à une analogie presque complète, malgré les difficultés pratiques inhérentes à cette opération graphique. Les observations de Padoue, faites avec un instrument beaucoup moins puissant, sont nécessairement moins parfaites. Mais celles de Rome et de Palerme, exécutées avec de beaux réfracteurs, chacun de neuf pouces d'ouverture, présentent une concordance très satisfaisante. Les variations rapides de certains jets protubérantiels ne permettent pas de réaliser une similitude absolue, quelques minutes de temps apportant souvent des changements notables dans leurs apparences. Néanmoins l'accord des dessins dans leur ensemble est remarquable, soit quant à la forme des protubérances, soit quant à leurs dimensions, quoique le procédé de mensuration pour la hauteur de ces proéminences ne soit pas le même dans les deux observatoires. La confrontation s'est opérée pour les mois de juillet et d'août 1871, où le ciel a été propice à cette étude. Les travaux postérieurs ne manqueront pas d'être publiés aussi, et offriront probablement une concordance toujours plus grande. L'expérience est en effet un grand élément de perfectionnement dans ce genre de travail, d'origine toute

récente et où les praticiens réalisent constamment quelque progrès dans leurs procédés de recherches. Chaque jour nous avons ici l'occasion de le constater, et les récits si détaillés et si remplis de faits de M. Tacchini sont un enseignement des plus profitables pour tous ceux qui cherchent à explorer le même champ d'études. Sous un climat beaucoup moins favorable et avec un instrument beaucoup moins grand, nous pouvons néanmoins apprécier la parfaite exactitude de ses dessins. Nous avons parfois pu discerner l'apparence en dents de scie de certaines parties du contour de la chromosphère, qui a échappé quelque temps, même aux astronomes du Collége romain, munis de leur grand équatorial. Il est indubitable aujourd'hui toutefois, que, contrairement à l'opinion émise antérieurement, les grandes lunettes ont de notables avantages sur les petites pour l'examen des phénomènes chromosphériques.

La livraison de mars du Recueil des spectroscopistes italiens renferme un résumé du P. Secchi sur ses observations de protubérances, qui a paru aussi dans le *Nuovo Cimento*, vol. V-VI.

Chaque jour, afin de constater les relations existantes entre les apparitions de taches, de facules et de protubérances, les observateurs du Collége romain font un dessin cursif de tous les phénomènes visibles sur le disque du Soleil, en usant à cet effet d'une image projetée sur une feuille de papier blanc, par une lunette équatoriale de Cauchoix de 6 pouces d'ouverture, douée d'un mouvement rotatoire. L'esquisse des taches et facules une fois prise, et leur position sur le soleil fixée, ils usent du grand réfracteur de Merz pour faire le dessin des protubérances au spectroscope, notant leurs formes, leur angle de position et leur hauteur. Celle-ci s'obtient par l'estimation rapportée à la largeur de la fente pour les protubérances de petites dimensions ; pour les plus grandes, on emploie le micromètre décrit tout à l'heure.

Ce travail s'est exécuté pendant neuf rotations du Soleil,

toutes les fois que le temps l'a permis, produisant un total de 148 jours d'observation.

1208 protubérances ont été observées dans l'hémisphère nord du Soleil; 1459 dans l'hémisphère sud. On remarque un maximum entre 20° et 30° de latitude héliographique boréale et entre 10° et 20° de latitude héliographique australe. Des minimum se trouvent entre 60° et 70° de latitude nord, et entre 50° et 60° de latitude sud.

L'apparition presque continuelle de protubérances dans les régions de maximum prouve qu'il y existe comme une ceinture permanente de ces phénomènes. Elles y sont aussi plus hautes et plus brillantes et coïncident avec les régions les plus fertiles en facules et en taches. La comparaison du nombre des phénomènes observés dans les diverses rotations successives ne donne pas de résultat frappant; on ne peut pas non plus y attacher une trop grande importance, parce que telle protubérance, comme aussi telle tache ou telle facule, peut être comptée ou omise lorsqu'elle est de fort petites dimensions, la limite de celles qui méritent d'être prises en considération n'étant point absolue, tandis que leurs grandeurs varient dans une immense proportion.

On a cependant constaté une diminution sensible de protubérances ainsi que de taches pendant le mois de septembre.

Une circonstance fondamentale qui va de pair avec la fréquence des taches, paraît être la grandeur du diamètre solaire. Le P. Rosa, qui s'est appliqué à ce genre de comparaisons, croit pouvoir conclure que dans les périodes de calme relatif dans l'activité de la fournaise solaire, les diamètres du disque sont assez constants, tandis qu'ils subissent des discordances plus nombreuses et plus étendues dans les jours de grand travail. L'étude de ces curieuses variations se continue, mais leur cause paraît ne pas devoir être attribuée à des erreurs d'observation.

L'inclinaison très générale des panaches supérieurs des

protubérances du côté des pôles fait présumer l'existence de courants allant de l'équateur aux pôles dans les couches de l'atmosphère solaire entourant la chromosphère, atmosphère dont la réalité est maintenant bien démontrée par les observations de la couronne pendant les éclipses totales. Cette circulation habituelle est souvent troublée par divers accidents, mais son intensité est grande, à en juger par l'inclinaison très prononcée des petites flammes ou languettes qui débordent de la chromosphère.

Le Père Secchi termine son exposé par les quelques remarques suivantes :

1° Les protubérances les plus brillantes précèdent en général les taches et permettent d'en présager l'apparition.

2° Les plus grandes protubérances se trouvent souvent disposées symétriquement aux deux extrémités d'un même diamètre solaire, fait qui implique nécessairement la fluidité du globe.

3° Le développement des protubérances au moment de la naissance d'une tache de quelque étendue est singulièrement rapide, indiquant que l'activité solaire se propage dans la masse avec une grande vitesse. On a recouru à l'électricité pour en rendre compte : la rapidité des jets ne paraît toutefois pas dépasser 50 ou 60 kilomètres à la seconde ce qui n'exige pas d'invoquer cette influence.

4° La matière émise dans les éruptions soulève la couche chromosphérique superposée ainsi que la strate intermédiaire constatée par l'auteur entre la chromosphère et la photosphère et qui fournit un spectre continu. E. G.

PHYSIQUE.

Whitehouse. Nouvel hygromètre. (*Proceedings of the Royal Society*, 22 février 1872.)

Après quelques considérations sur l'emploi pour l'hygrométrie de diverses substances susceptibles d'absorber l'hu-

midité de l'air, l'auteur s'arrête à l'acide sulfurique concentré. Au moyen d'un petit syphon capillaire dont une extrémité plonge dans un réservoir d'acide et l'autre aboutit sur la partie supérieure de la boule d'un thermomètre, M. Whitehouse maintient pendant un temps d'une longueur convenable une mince couche d'acide autour de la surface de cette boule. L'absorption de l'humidité est accompagnée d'une élévation de température qui est proportionnelle à la quantité de vapeur hygrométrique; l'acide une fois hydraté tombe par gouttelettes dans un réservoir placé pour les recevoir.

L'appareil lui-même consiste en trois thermomètres d'une construction identique; la boule du premier demeure sèche, celle du second est maintenue humide et celle du troisième est couverte de la couche d'acide sulfurique. Les trois thermomètres sont placés à côté les uns des autres et on les observe en même temps.

Après quelques détails sur les précautions à prendre, sur la quantité d'acide sulfurique nécessaire, l'auteur donne un tableau des observations comparatives qu'il a faites pendant quelques jours et à différentes heures avec les trois thermomètres. Il résulte de ce tableau que l'élévation de la température occasionnée par l'absorption de l'humidité sur le thermomètre dont la boule est recouverte d'acide sulfurique, est considérable, et varie sensiblement avec la quantité de vapeur aqueuse répandue dans l'air ; mais on n'y trouve pas de comparaison entre les résultats fournis, quant à l'état hygrométrique de l'air, par ces élévations de température, et ceux que donnent les abaissements du thermomètre entouré de la boule humide. L'auteur a besoin, pour établir cette comparaison, de quelques données qu'il va chercher à se procurer.

DE LA RIVE. EMPLOI DE L'ACIDE SULFURIQUE DANS L'HYGROMÉTRIE.

Le travail de M. Whitehouse m'a rappelé qu'en 1825, j'avais essayé exactement le même procédé hygrométrique que M. Whitehouse vient de faire connaître [1]. Je me bornerai à rapporter ici textuellement la partie de mon travail relative à la description du procédé, telle qu'elle se trouve dans l'extrait qui en a paru dans les *Annales de Chimie et de Physique*, renvoyant au mémoire lui-même inséré dans la *Bibl. Univ.*, pour les détails des expériences et les considérations générales sur le sujet.

« Je plonge la boule d'un thermomètre sensible dans de l'acide sulfurique concentré; je l'en retire en lui donnant une petite secousse, de manière qu'il ne reste autour de la boule qu'une légère couche d'acide qui lui demeure adhérente; ce thermomètre monte aussitôt d'un certain nombre de degrés au-dessus de celui qu'il marquait avant d'être plongé dans l'acide; puis au bout d'un instant il s'arrête et commence à redescendre. Je suppose maintenant qu'on détermine de combien de degrés il monterait pour l'humidité extrême à la même température; en prenant le rapport entre ces deux nombres de degrés, on trouve le rapport exact entre la tension de la vapeur existante dans l'air et la tension totale à la même température.

« Le thermomètre, par exemple, marquait 12° R. plongé dans l'acide sulfurique, et exposé à l'air il est monté à 25 $^1/_2$, c'est-à-dire de 13° $^1/_2$; placé dans une cloche où régnait l'humidité extrême, à la même température de 12°, il est monté à 27°, c'est-à-dire de 15°, le rapport de 13° $^1/_2$ à 15 exprime celui de la tension de la vapeur existante dans l'air à la tension totale pour 12° de la température. En effet le rapport de 13 $^1/_2$ à 15 est égal à celui de 90 à 100. Or si l'on

[1] Voyez *Bibl. Univ.*, 1825, tome XXVIII, p. 285, et *Annales de Chimie et de Phys.*, 1825, tome XXX, p. 87.

cherche dans la table de Gay-Lussac [1] quel est le degré de l'hygromètre qui correspond à la tension 90, on trouve 95°,43, et dans l'expérience ci-dessus l'hygromètre indiquait 95°,50.

« Pour toute autre température que 12° et pour un même degré de l'hygromètre de de Saussure, le thermomètre montera d'autant plus que la température de l'air sera plus élevée, puisque la quantité absolue de vapeurs aqueuses répandues dans l'air s'accroît avec le degré de chaleur. Il sera par conséquent nécessaire de connaître la variation de température produite par l'air saturé de vapeurs pour chaque degré du thermomètre ; mais des expériences nombreuses m'ont paru démontrer qu'on pouvait sans erreur sensible, se contenter de déterminer le nombre de degrés dont le thermomètre monte dans le cas de l'humidité totale pour deux points extrêmes tels que 0° et 20°, et répartir également la différence entre les degrés intermédiaires. De plus, il m'a paru que les variations du thermomètre, quand on le retire de l'acide, sont proportionnelles aux tensions des vapeurs à ces mêmes températures.

« Quant à la différence remarquable qui existe entre les quantités de chaleur développées par la condensation des vapeurs sur l'acide sulfurique, suivant le degré d'humidité de l'air, il semble au premier coup d'œil, que, quelque minime que soit la quantité de vapeur répandue dans l'atmosphère, il doit y en avoir une quantité suffisante pour saturer la couche d'acide restée adhérente à la boule du thermomètre, et par conséquent pour développer la même quantité de chaleur. »

« Mais il faut observer qu'il y a ici une lutte établie entre la

[1] La table de Gay-Lussac, qu'on trouve dans le *Traité de Physique expérimentale et mathém.* de Biot, tome I, p. 532, donne pour la température de 10 degrés cent, le degré de l'hygromètre à cheveu correspondant à la tension de la vapeur aqueuse actuellement existante dans l'air et réciproquement. M. Biot remarque que la table peut s'étendre à d'autres températures.

force d'affinité de l'acide pour la vapeur et la tendance que possède l'eau à rester sous cette forme de vapeur, tendance qui est d'autant plus forte que la quantité de vapeurs répandue dans l'atmosphère est moindre. Il résulte de là que plus l'humidité sera grande plus l'acide aura de facilité à condenser la vapeur, plus aussi cette condensation sera prompte, et, par conséquent, plus la chaleur développée sera considérable. Le thermomètre ne s'arrêtera donc que lorsque le refroidissement occasionné par la différence de température qui existe entre l'air ambiant et la boule du thermomètre, compensera la quantité de chaleur produite par la condensation de la vapeur, et le terme auquel aura lieu cette limite dépendra du degré plus ou moins grand de l'humidité de l'air. »

J.-L. Soret. Sur la dispersion anomale.

Dans le numéro de mars des *Annales de Chimie et de Physique*, M. Bertin a analysé les divers travaux qui ont été récemment publiés sur la dispersion anomale. Il a bien voulu donner une place dans son compte rendu à la Note[1] dans laquelle j'avais décrit une méthode d'expérience consistant à placer le prisme creux qui contient la dissolution de la substance anomale dans une auge en verre, à faces parallèles, remplie elle-même du liquide dissolvant; disposition qui permet d'observer plus facilement le spectre interverti, parce qu'il n'est pas nécessaire d'employer des dissolutions aussi concentrées.

M. Bertin a ajouté à l'exposé de cette méthode quelques critiques fort bienveillantes du reste : « L'expérience de M. Soret est ingénieuse, dit-il, mais la conclusion qu'il en tire me paraît contestable. Il me semble, en effet, que le prisme liquide peut être considéré comme formé de deux prismes, l'un de petit angle contenant la fuchsine, et l'autre plus

[1] *Archives*, mars 1871, tome XL, p. 280.

grand contenant l'alcool, et que lorsqu'on le place dans une cuve à alcool, on doit avoir le même résultat qu'en accolant deux prismes en sens contraire d'angles égaux et très-petits, contenant l'un la fuchsine, et l'autre l'alcool. La dispersion produite par un pareil système doit être la différence des dispersions propres aux deux liquides, et elle peut être anomale, quoique chacun des liquides ait une dispersion normale. On peut produire cette dispersion anomale avec deux prismes de verre, ou avec un prisme de verre et un prisme d'eau, quoique les deux substances n'offrent rien de particulier dans leur dispersion. La dispersion sera toujours dans le sens du corps le plus dispersif, et l'expérience de M. Soret prouve seulement que les matières colorantes sont moins dispersives que l'alcool. C'est donc par l'observation directe seulement qu'on pourra s'assurer si leur dispersion est réellement anomale. »

Je reconnais, avec M. Bertin, que dans mon expérience on doit avoir le même résultat qu'en accolant en sens contraire deux prismes égaux et très-petits, contenant l'un la substance à étudier, et l'autre le dissolvant. Dans ces conditions, quand pourra-t-on dire que l'on a un spectre interverti ? c'est lorsque tous les rayons lumineux seront déviés d'un même côté du plan passant par le faisceau incident et parallèle aux arêtes des prismes, et lorsque les rayons rouges ou orangés s'écarteront plus de ce plan que les rayons bleus ou violets. — Pourra-t-on obtenir ce résultat avec deux prismes formés de substances différentes et ne présentant rien d'anomal ? C'est possible dans quelques cas déjà exceptionnels : ainsi il peut se faire que les deux substances aient le même indice de réfraction pour les rayons violets et un pouvoir dispersif différent (huile de cassia et sulfure de carbone). Plus généralement on aura un spectre interverti lorsque le prisme le plus réfringent sera en même temps le moins dispersif (crownglass et essence de térébenthine). Nous verrons tout à l'heure que ce cas est très-limité.

M. Bertin me semble aller trop loin quand il dit que l'on peut produire cette dispersion anomale avec deux prismes de verre, ou un prisme de verre et un prisme d'eau : on n'y arrivera pas si les prismes sont égaux; pour y parvenir il faudrait faire varier l'angle de l'un des prismes, c'est-à-dire sortir complétement du cas supposé. — Il en sera de même avec la plupart des substances, parce que ordinairement la dispersion croît en même temps que la réfringence. J'ai essayé de cette manière plusieurs dissolutions, et j'ai toujours obtenu le spectre direct sauf avec les substances à dispersion anomale[1].

En résumé je reconnais que *théoriquement*, dans le cas où la substance dissoute tout en étant normale serait à la fois plus réfringente et moins dispersive que le dissolvant, on obtiendrait un spectre interverti[2]; mais *pratiquement*, en se mettant par exemple dans les conditions des expériences que j'ai décrites, il est facile de voir que cette interprétation ne peut pas être admise.

Ainsi en employant un prisme creux de 30°, rempli d'une dissolution alcoolique de fuchsine et placé dans l'alcool, j'ai obtenu un spectre dans lequel les rayons rouges étaient déviés de 15 minutes de plus que les rayons violets. Le sens général de la déviation montrait du reste que la fuchsine est plus réfringente que l'alcool. — En faisant le calcul à l'aide des formules ordinaires des prismes, en partant des valeurs

[1] Je dirai en passant qu'avec l'azotate de didyme, qui, comme on le sait, donne de fortes raies d'absorption, j'ai obtenu le spectre direct, ce qui ne prouve pas cependant qu'il ne puisse y avoir anomalie partielle près des raies d'absorption, anomalie que l'on reconnaîtrait peut-être par la méthode des prismes croisés.

[2] Ce point de vue ne m'avait pas échappé, c'est pour cela que j'avais eu soin de présenter mon expérience comme une *conséquence* plutôt que comme une *démonstration* de fait de la dispersion anomale. Mais peut-être aurais-je dû exposer plus complétement ma manière de voir; ne m'étant occupé qu'accessoirement de ce sujet, je n'avais pas cru nécessaire de donner beaucoup de développement à ma Note.

connues de l'indice de réfraction de l'alcool pour les rayons rouges et violets, et en supposant que la fuchsine soit normale, on arrive à trouver que pour obtenir cette dispersion finale de 15′, il faudrait que le petit prisme, supposé rempli de fuchsine pure, conformément au raisonnement de M. Bertin, eût en minimum un angle de 17° environ. En d'autres termes, il faudrait que la fuchsine occupât plus de volume que l'alcool dans la dissolution, tandis qu'en réalité elle ne peut en être qu'une très-petite fraction.

Je crois donc que si en opérant comme je l'ai indiqué, on observe un spectre interverti quelque peu étalé, on peut être à peu près certain que la substance en dissolution est anomale. C'est pour cette raison que j'ai cru devoir faire connaître cette méthode, et j'ai vu avec plaisir qu'elle a été utilisée dans certains cas par d'autres que par moi.

E. VILLARI. NOTIZIE SULLA RESISTENZA, etc. NOTE SUR LA RÉSISTANCE DES GAZ COMPRIMÉS ET SUR LES MODIFICATIONS SPECTROSCOPIQUES QUE SUBIT L'ÉTINCELLE QUI LES TRAVERSE. (*Rendiconti del Reale Istituto Lombardo*, ser. II, vol. III, fasc. 14 et 15.)

Ayant été appelé, à l'occasion du nouveau mémoire de M. Wüllner, à revenir sur la question des modifications que les spectres des gaz subissent avec la pression, nous dirons quelques mots ici d'une note publiée il y a plus d'un an par M. Villari sur le même sujet. M. Villari a étudié le spectre de l'hydrogène à des pressions comprises entre 1 et 7 atmosphères avec ou sans bouteille de Leyde, il n'a donc point pu observer les différents spectres décrits par M. Wüllner et qui correspondent à des pressions inférieures, mais ses expériences confirment sur d'autres points les faits signalés par le physicien allemand. Comme lui il a constaté la disparition des raies $H\gamma$ d'abord, $H\beta$ ensuite qui, sous l'action de l'augmentation de pression, font place peu à peu à une large bande

lumineuse, puis l'apparition du spectre continu aux hautes pressions.

Dans la même note, M. Villari aborde aussi la question de la résistance que les gaz plus ou moins comprimés opposent au passage de l'étincelle électrique. Il emploie pour cette étude la même méthode que Faraday [1], en remplaçant seulement la machine électrique par une grosse bobine de Ruhmkorff et les deux systèmes de boules d'inégale grandeur par deux paires de pointes de platine. Mais il obtient des résultats qui ne concordent pas absolument avec ceux de Faraday. Au point de vue de leur résistance croissante, il arrive en effet à ranger les gaz étudiés dans l'ordre suivant : hydrogène, azote, air, oxygène, acide carbonique, tandis que Faraday avait obtenu pour l'azote et pour l'air une résistance plus grande que pour l'oxygène.

L'étude du rôle que joue la nature particulière d'un gaz au point de vue de sa perméabilité par la décharge électrique mérite d'être reprise avec soin, soit dans le cas de la décharge de tension de l'étincelle franchissant un gaz plus ou moins comprimé, soit dans le cas du courant traversant un gaz raréfié. L'ordre des résistances des gaz est en effet tout différent dans ces deux cas [2].

E. VILLARI. DÉVELOPPEMENT DE CHALEUR DANS L'EXTENSION DU CAOUTCHOUC. (*Rendiconti del R. Istit. Lombardo*, série II, vol. II ; *Poggend. Annalen*, tome CXLIV, p. 274.)

Joule a reconnu que tandis que les fils métalliques se refroidissent lorsqu'on les étire et se réchauffent lorsqu'ils se raccourcissent de nouveau, le contraire a lieu pour des fils de caoutchouc vulcanisé, lesquels se réchauffent par l'allongement et se refroidissent par le retrait. M. Villari a vé-

[1] *Traité d'électricité de M. de la Rive*, tome II, p. 97.

[2] Voir *Morren*, *Annales de Chimie*, 1865, 4[me] série, tome IV, p. 325.

rifié ce résultat en mesurant les variations de température du fil de caoutchouc à l'aide d'une pile thermoélectrique, et il a reconnu en outre que l'élévation de température produite lorsqu'on étire le fil est plus grande que l'abaissement qui se manifeste lorsque ce fil revient à sa forme primitive. Par suite de plusieurs allongements et retraits consécutifs il finit par s'accumuler dans le fil une quantité de chaleur notable.

Cette expérience s'explique par le fait que dans l'acte du retrait comme dans celui de l'extension il y a transformation de force en travail intérieur et en chaleur. Un gaz parfait rend, en se dilatant, la force employée à le comprimer; il n'en est pas de même du caoutchouc à cause de la résistance que ses molécules éprouvent à se mouvoir. La force employée à allonger ne se retrouve pas en totalité lors du retrait, parce qu'elle est partiellement employée à vaincre cette résistance et à développer de la chaleur. Et en effet l'auteur a constaté que le retrait du caoutchouc n'équivaut jamais à l'allongement, et qu'après avoir été étiré par des poids, il ne revient pas à sa longueur primitive lorsqu'on enlève ces poids.

Les expériences de M. Villari concordent avec celles de M. Warburg [1] qui avait constaté que, lorsqu'on a fait rendre un son à un fil de caoutchouc, ce son s'éteint très-rapidement, et qu'en même temps il se produit dans le fil de caoutchouc une élévation de température notable résultant de la transformation du mouvement vibratoire en travail intérieur et en chaleur. L'effet observé par M. Warburg était plus marqué avec le caoutchouc qu'avec aucun autre corps étudié.

E. Villari. Sur l'élasticité du caoutchouc. (*Nuovo Cimento*, série II, vol. I; *Pogg. Ann.*, tome CXLIII, p. 88 et 290.)

Dans le mémoire dont nous rendons compte ici, M. Villari

[1] Voyez *Archives*, 1869, tome XXXIX, p. 44.

s'est livré à une étude approfondie du coefficient d'élasticité du caoutchouc, se bornant toutefois au cas de l'élasticité de traction. Par coefficient d'élasticité il entend l'allongement que l'unité de longueur d'un fil présentant l'unité de section subit par la traction d'un poids égal à l'unité. C'est l'inverse de ce qu'on nomme ordinairement coefficient d'élasticité, savoir le poids qui agissant sur l'unité de section et de longueur produit un allongement égal à l'unité. On admet que chaque substance a un coefficient d'élasticité propre et constant, M. Villari a trouvé qu'il n'en était point ainsi pour le caoutchouc.

Il a opéré sur un grand nombre de fils de caoutchouc différents, mesurant avec une grande exactitude à l'aide d'un cathétomètre l'allongement produit par des poids croissant graduellement. L'allongement mesuré étant chaque fois rapporté à la longueur totale du fil. Les résultats obtenus sont consignés dans un certain nombre de tableaux.

Ces différentes séries d'expériences lui ont donné des résultats fort concordants et dont il conclut que :

Le caoutchouc, contrairement à ce qui a lieu pour les autres corps connus, *possède trois coefficients d'élasticité différents : un grand qui demeure à peu près constant jusqu'à ce que le fil ait atteint, par l'augmentation graduelle de la charge, le double de sa longueur normale ; puis un coefficient moyen, variable, pendant tout le temps que la longueur du fil passe du double au quadruple de sa valeur primitive ; enfin un petit coefficient qui demeure aussi très-sensiblement constant à partir du moment où cette longueur a quadruplé jusqu'à la rupture.*

Le grand coefficient a été trouvé plus considérable avec les fils à petite section (1^{mm}, 2^{mm}) pour lesquels il était égal à 13 ou 14, qu'avec les fils épais (8^{mm}), avec lesquels il a été trouvé inférieur à 9. Ainsi donc ni la seconde, ni la quatrième loi de l'élasticité de traction ne se vérifieraient ici.

Quant à la question de l'augmentation de volume que le

caoutchouc subit par la traction, M. Villari a cherché à la résoudre en mesurant le volume et la densité du caoutchouc à différents degrés de traction à l'aide de la balance hydrostatique. Ces expériences ont confirmé celles de Wertheim, pour le cas où la longueur du caoutchouc n'était pas arrivée à être doublée par la traction, c'est-à-dire que dans ces limites l'augmentation de volume était égale très-sensiblement au $^1/_3$ de l'allongement par unité de longueur, tandis qu'au delà de cette limite, elle est plus grande et égale à peu près à la moitié de l'allongement, se rapprochant dans ce cas de la loi donnée par Poisson.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Prof. L. Dufour. — Observations sur la vitesse d'accroissement des ongles. (*Bulletin de la Société vaudoise des Sciences naturelles*, tome XI, n° 67.)

La question de l'accroissement des ongles, traitée assez vaguement dans la plupart des ouvrages d'histologie et d'anatomie, a aussi attiré l'attention des physiologistes et des médecins. Beau, dans un article paru il y a bien des années dans les Archives générales de Médecine, démontra que l'ongle qui, dans l'état de santé se renouvelle en cinq mois environ, peut être modifié dans son évolution par certaines maladies générales. Les pyrexies, les suites de couches produisent surtout ce résultat ; l'ongle ne se développant qu'imparfaitement pendant la durée de la maladie, il en résulte la formation d'un sillon transversal sur cet organe. Ce sillon avance graduellement de la lunule jusqu'à la partie libre de l'ongle et reste comme témoin de la maladie. On comprend que cette trace laissée sur les ongles puisse rendre d'importants services en médecine légale, l'existence de ce sillon pouvant servir en effet à déterminer avec une remarquable précision, la date d'une maladie, ou d'un accouchement datant de quelques mois.

Dans une thèse récente M. Ancel[1] a repris cette question, et étudiant les ongles au point de vue anatomique, physiologique et pathologique, il a fait de leur développement et de leurs diverses altérations dans les maladies une étude consciencieuse et détaillée. M. Ancel admet que les ongles des mains croissent de un millimètre par semaine et se renouvellent en cinq mois. L'accroissement des ongles des orteils serait quatre fois plus lent, en sorte que l'ongle du gros orteil, long d'environ 24 millimètres, se renouvellerait en deux ans.

Ces travaux que nous citons ici, puisqu'ils n'étaient pas connus de M. Dufour, n'ôtent rien au mérite des observations soignées et exactes que cet auteur a faites pendant douze années consécutives, sur le mode d'accroissement des ongles de ses mains. Ces observations, exécutées sans parti pris et avec toute l'exactitude du physicien, offrent un réel intérêt relativement à la question de l'accroissement des ongles.

Comme point de repère, M. Dufour s'est servi de taches faites sur la surface de l'ongle au moyen d'une solution de nitrate d'argent. Mesurant alors tous les dix jours la distance qui séparait la tache de la base de l'ongle; jusqu'au moment où la tache arrivait à l'extrémité de l'ongle, il a pu se rendre compte de la rapidité d'accroissement des ongles des divers doigts et du temps nécessaire au renouvellement complet de ces organes.

M. Dufour a été plus loin, en partageant l'ongle en quatre parties au moyen de plusieurs taches, il a cherché si les divers segments de l'ongle se développaient avec la même rapidité.

Ces recherches nombreuses ont été rassemblées dans plusieurs tableaux qui ont permis à l'auteur d'établir des moyennes. Ses principaux résultats sont les suivants :

La vitesse d'accroissement de l'ongle des petits doigts est plus faible que celle des ongles des autres doigts et des

[1] *Ancel*, Des ongles au point de vue anatomique, physiologique et pathologique. Paris, 1868.

pouces. La différence est d'environ $^1/_8$. Cette particularité n'avait pas été signalée par M. Ancel.

Le chiffre de 0,991 comme moyenne générale (à l'exception des petits doigts) permet de dire en nombre rond et avec beaucoup d'approximation, que l'ongle s'accroît de 1 millimètre en dix jours.

Le renouvellement complet de l'ongle se fait :

pour les petits doigts en	121 jours.
pour les pouces en moyenne en	138 »
pour les autres doigts en moyenne en . .	124 »

La vitesse d'accroissement des ongles est en moyenne la même pour les deux mains.

La vitesse d'accroissement n'est pas constante sur toute la longueur de l'ongle, cette vitesse est un peu plus considérable dans les parties voisines de la base.

C'est dans le second quart que l'accroissement paraît le plus rapide, ce qui entraîne M. Dufour dans des déductions mathématiques où nous ne le suivrons pas, et qui l'amènent à conclure : « *que la substance de l'ongle avance également dans toute sa longueur, les divers points suivant de trajectoires sensiblement parallèles, à peu près comme une lame demi-rigide qui serait poussée tout d'une pièce. Mais cette lame, en avançant, subit probablement*[1] *pendant une partie de son trajet un faible travail de compression ou d'épaississement.* »

La saison n'a pas d'influence notable sur l'accroissement de l'ongle.

Dés observations faites sur deux enfants engagent M. Dufour à admettre que l'accroissement de l'ongle est moins rapide que chez l'adulte.

[1] Ce que M. Dufour admet comme une probabilité découle tout naturellement du mode d'accroissement de l'ongle ; l'ongle s'accroît en effet en longueur, grâce aux couches cornées formées à la base de sa lunule, et en épaisseur, grâce aux couches sécrétées sur toute la partie adhérente de l'ongle, et surajoutées aux précédentes : de là la plus grande épaisseur des parties les plus rapprochées du bord libre. Dr P.

Il est regrettable que M. Dufour n'ait pas fait des observations sur les ongles des orteils qui puissent être comparées à celles de M. Ancel. Dr P.

Prof. E. Cyon. Ueber eine paradoxe..... Sur l'action paradoxale d'un nerf sensible. (*Bulletin de l'Acad. Impér. des Sciences de Saint-Petersbourg*, tome XVI; lu le 23 février 1871.)

MM. Philipeaux et Vulpian ont découvert il y a déjà plusieurs années [1] que le nerf lingual (nerf sensible) est susceptible d'acquérir une excitabilité motrice, qu'il ne possède point à l'état normal.

En effet, ces expérimentateurs, après avoir sectionné le nerf hypoglosse (nerf moteur) d'un chien et avoir arraché son bout central, furent très-étonnés, en excitant quelque temps après le nerf lingual du même côté, de provoquer des mouvements dans la langue.

Étudiant alors plus à fond cette question, MM. Philipeaux et Vulpian démontrèrent que cette propriété singulière du lingual de devenir excitomoteur, de purement sensitif qu'il était, se développe au bout de vingt jours, subsiste dès lors et peut se reconnaître plusieurs années après l'opération.

M. le professeur Cyon a répété les expériences de MM. Philipeaux et Vulpian, en cherchant à se mettre à l'abri de diverses causes d'erreur, telles que la transmission d'un courant électrique ou d'une excitation à un nerf voisin, etc. Il est arrivé à confirmer en tous points les curieuses observations de MM. Philipeaux et Vulpian et conclut que « chez un chien dont l'hypoglosse est extirpé, on peut, quand 20 à 30 jours se sont écoulés depuis cette opération, produire, en excitant le lingual du même côté, des contractions dans les muscles de la langue, paralysés par la section de l'hypoglosse. »

[1] *Académie des Sciences*, 1863.

M. Cyon a cherché si ce phénomène pouvait s'observer sur d'autres nerfs : il a en particulier sectionné le nerf facial (moteur) et plusieurs racines antérieures (motrices) du plexus brachial : en interrogeant plusieurs semaines après, soit le trijumeau (nerf sensible) dans le premier cas, soit les racines postérieures (sensibles) du plexus brachial, dans le second, il a cherché à déterminer des mouvements des muscles auxquels se rendent ces nerfs. Ces tentatives sont restées jusqu'à présent sans résultat, et le singulier phénomène de contraction provoquée par l'excitation artificielle d'un nerf sensible dans des muscles dont les nerfs moteurs sont détruits, doit être jusqu'à présent limité au nerf lingual. J'ajouterai qu'il ne s'agit là que d'une contraction provoquée par excitation artificielle du nerf : car aucun des observateurs précités n'a voulu parler d'un rétablissement des fonctions motrices volontaires de la langue après la destruction du nerf hypoglosse. D^r^ P.

Dr Pietro PAVESI. LA CIRCULATION DU SANG CHEZ LE PYROSOMA, ÉTUDIÉE CHEZ LES EMBRYONS PRINCIPALEMENT. (*Rendic. della R. Accad. delle Sc. Fis. e Matematiche*, 3 Feb. 1872 [1].)

(Traduction d'un résumé fait par l'auteur, pour la Société des naturalistes et des médecins de Naples.)

Dans un mémoire accompagné d'une planche et présenté

[1] *Intorno alla Circolazione del sangue nel Pyrosoma studiata specialmente negli Embrioni;* Nota del Dottor PIETRO PAVESI, coadjutore di Anatomia comparata nella Regia Universita di Napoli (Rendiconti della R. Academia delle Scienze Fisiche e Matematiche, Ann. XI, fasc. 2, adun. del di 3 Feb. 1872).

En même temps que la notice du Dr Pavesi sur le *Pyrosoma*, je reçois un mémoire du professeur PANCERI sur les Organes et la lumière du même animal (*Gli organi luminosi e la luce dei Pyrosomi*, Rendic. della R. Acad. marzo 1872). Les nouvelles recherches de ce dernier auteur complètent, jusqu'à un certain point, les observations dont j'ai rendu compte dans le numéro de février 1872 des *Archives*.

V. FATIO.

à l'Académie des sciences physiques et mathématiques de Naples, j'ai exposé des faits nouveaux et intéressants, sur la circulation du sang chez le *Pyrosoma* (*P. giganteum*, Sav.).

J'ai rappelé d'abord que MM. Milne-Edwards, Huxley, Keferstein et Ehlers, et Kowalewsky avaient constaté, chez les *Ascidies* de la colonie du Pyrosoma, une circulation alternante mise en mouvement par un cœur disposé au bout de l'endostyle et s'accomplissant principalement, entre les deux tuniques de l'animal, dans un grand sinus où plongent les organes. J'ai montré, ensuite, comment l'on avait déjà reconnu la présence d'un cœur chez la *nourrice* qui naît de l'œuf et qui donne naissance, par bourgeonnement, aux quatre *embryons* jumeaux, dits *composés*, qui sont reliés entre eux, ainsi qu'à la nourrice, au moyen d'un cordon. Enfin, l'on sait également que les embryons qui se développent sur un pédoncule ou tube gemmifère des Ascidies adultes, sont en relation vasculaire avec ces dernières.

Toutes les observations que j'expose sommairement, à la suite de ces premières données, sont dues à mes recherches. Ainsi : le cœur de la nourrice, situé dans une vaste lacune périphérique, entre les couches externes et internes, soit dans la couche moyenne ou vasculaire, affecte la forme d'un tube allongé, comme celui des Ascidies adultes, présente une grande transparence et est enveloppé d'une sorte de péricarde. Les embryons, à peine ébauchés sur la nourrice, en forme de ruban, ont déjà une anse vasculaire sur les côtés de l'endostyle. Le cordon qui unit les quatre embryons entre eux ainsi qu'à la nourrice, est composé de deux vaisseaux contigus et parallèles, dont l'un communique avec le cœur de la nourrice, tandis que l'autre va s'ouvrir dans le sinus périphérique de cette dernière. Le premier de ces vaisseaux pénètre d'abord dans l'embryon le plus proche, au-dessous du ganglion, en traversant la surface externe et restant dans la couche moyenne; puis, il se dirige vers la bouche qu'il contourne par la gauche, passe au-dessus de

l'endostyle, descend avec celui-ci et se replie, enfin, contre la surface primitive, pour ressortir de l'embryon où il était entré et former ainsi le second des vaisseaux du cordon. Toutefois, arrivé au bout de l'endostyle, le canal se divise en deux branches, dont l'une n'est autre que celle signalée ci-dessus, et dont l'autre se rend au second embryon ou au frère le plus voisin, pour s'y comporter de la même manière que nous venons de décrire; le vaisseau afférent forme toujours, avec l'efférent, le cordon destiné à réunir les jumeaux. Les choses se passent de même dans les troisième et quatrième embryons; si ce n'est qu'il ne naît naturellement aucun vaisseau du bout de l'endostyle du dernier.

C'est ainsi qu'en se développant, la même anse vasculaire primitive forme un système commun ou social de vaisseaux en relation directe avec le cœur de la nourrice. Les quatre embryons jumeaux ne sont donc pas seulement attachés matériellement les uns aux autres, comme on le croyait jusqu'ici, mais ils sont aussi unis vasculairement, et c'est la nourrice qui est chargée de l'alimentation générale. Plus tard, un cœur se développant dans chaque embryon, le système vasculaire s'atrophie et les jumeaux se délient les uns des autres, quoique demeurant cependant ensemble, pour fonder une nouvelle colonie de Pyrosoma. L'appareil circulatoire de chaque embryon se modifie alors et finit par ressembler à celui des Ascidies adultes; remarquons, en particulier, que les canaux des branchies, qui deviennent transverses chez ces dernières, étaient d'abord disposés longitudinalement chez les embryons.

La circulation se fait, comme suit : le cœur de la nourrice bat et pousse le sang dans l'embryon le plus voisin, au moyen du vaisseau par lequel il communique directement avec lui. Le sang qui a circulé dans l'intérieur de ce premier jumeau, retourne, en partie, à la nourrice par l'autre vaisseau du cordon; tandis qu'une forte portion du fluide nourricier, poussé par un courant progressif, va passer dans les

second, troisième et quatrième embryons, d'où il est ramené par un courant contraire ou rétrograde jusqu'à la nourrice. La circulation, dans le sinus périphérique de cette dernière, s'opère sous l'influence des battements du cœur.

Après avoir fourni un certain nombre de pulsations dans une direction, les contractions du cœur s'arrêtent, tout mouvement est suspendu, puis cet organe reprend son activité, mais en sens contraire; il se contracte là où il se distendait d'abord, et aspire maintenant le sang des canaux qu'il injectait auparavant. Les vaisseaux qui servaient d'artères, ont pris le rôle des veines, et le sang, qui a circulé dans le sinus périphérique, sort par la partie opposée pour aller aux embryons. De cette manière le cœur est traversé par des courants alternativement artériels ou veineux.

Tant que le cœur de la nourrice existe en même temps que les cœurs des embryons, les mouvements de ces derniers sont synchrônes entre eux, mais non avec celui de la première. La nourrice une fois disparue, ou, pour mieux dire, absorbée par les embryons auxquels elle a donné tous les éléments nutritifs, la circulation se modifie et s'opère chez ceux-ci comme chez les Ascidies adultes. Le cœur fait cheminer le sang dans le sinus général et le force à passer par les canaux branchiaux.

Le cœur de la nourrice présente le phénomène d'alternance, tous les 37, 39, 40 ou 50 battements. L'observation des cœurs des embryons m'a donné les chiffres suivants: 74 battements dans un sens, puis 33 dans l'autre; après cela, 133, 68, 139, 48, 28, 65, 35, 27, etc. J'ajouterai ici, comme donnée nouvelle sur la circulation des Ascidies adultes, que les battements comptés par moi, chez celles-ci, furent, une fois, au nombre de 34 du côté du cloaque et de 20 du côté de la bouche, puis de 36, 12, 34, 13, etc.; une autre fois, j'en trouvai 36, 20, 28, etc. Les battements complets sont toujours séparés par des pauses de durée variable et commencés ou terminés par des oscillations indécises.

Quant aux embryons nés par bourgeonnement de l'Ascidie adulte, j'ai reconnu, quoique jusqu'ici d'une manière incomplète il est vrai, qu'ils ont un vaisseau semblable à celui des embryons composés.

Les globules du sang sont assez nombreux, arrondis, et de 7 micromillimètres environ. La tunique externe des vaisseaux des embryons est composée d'une couche de fibrocellules musculaires, avec des nucléus bien évidents.

Je crois pouvoir formuler ici les conclusions suivantes, sur la circulation du Pyrosoma :

1° La circulation du Pyrosoma est alternante, soit dans les Ascidies, soit dans les embryons et chez la nourrice.

2° La circulation est lacunaire et indépendante chez les Ascidies; tandis qu'elle est vasculaire et commune au système, chez les embryons.

3° Le cœur de la nourrice temporaire sert à la circulation des embryons composés ; cette circulation s'accomplit au moyen d'un double cordon dérivant du développement d'une anse vasculaire, dont le cercle est fermé, d'un côté dans la nourrice, de l'autre dans le dernier des embryons.

4° Le cœur de la nourrice est remplacé par les cœurs des embryons qui existent en même temps que lui, durant les dernières périodes du développement, mais qui en sont cependant indépendants.

5° La circulation des embryons nés par bourgeonnement de l'Ascidie, s'opère comme celle des embryons composés et dépend de l'Ascidie mère.

6° Un système circulatoire lacunaire s'établit peu à peu, pendant que le système vasculaire va petit à petit s'atrophiant.

7° Les battements des cœurs sont de durées variables.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AVRIL 1872.

Le 6, forte rosée le matin.
11, rosée le matin.
12, 13, 14, forte rosée le matin.
16, 17, rosée le matin.
21, forte rosée le matin.
23, à 5 h. 35 m. du matin, deux coups de tonnerre suivis d'une averse de grêle.
25, forte rosée le matin ; à 6 h. du soir tonnerres au SO.
26, 27, forte rosée le matin.
30, bise dans la matinée.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm
Le 8 à 10 h. matin	735,30
10 à 6 h. matin	731,30
19 à 8 h. soir	719,72
26 à 8 h. matin	729,64
29 à 2 h. après m.........	730,68

MINIMUM.	mm
Le 2 à 2 h. après m........	717,68
9 à 2 h. après m.........	728,12
18 à 6 h. matin	717,94
21 à 6 h. matin..........	709,85
27 à 6 h. soir.............	722,12
30 à midi.....	727,17

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	0
1	722,92	— 1,48	+ 9,30	+ 2,54	+ 2,6	+14,4	5,97	+0,81	695	— 28	460	920	1,0	1	SO. 1	0,88	6,7	— 0,6	119
2	718,96	— 5,44	+ 8,74	+ 1,84	+ 6,7	+14,6	6,16	+0,95	753	+ 31	530	930	6,4	7	SO. 1	0,71	6,4	— 1,0	119
3	720,38	— 4,02	+ 7,26	+ 0,23	+ 4,7	+12,2	3,91	—1,35	566	—155	300	750	...	...	SO. 1	0,37	6,6	— 0,9	115
4	720,86	— 3,54	+ 6,43	— 0,74	+ 2,1	+11,1	4,95	—0,36	701	— 20	430	910	2,0	4	N. 1	0,98	6,6	— 0,9	110
5	723,30	— 1,11	+ 4,40	— 2,90	+ 3,0	+ 7,9	5,80	+0,45	934	+214	790	970	7,7	9	SO. 1	0,94	6,5	— 1,1	110
6	726,92	+ 2,51	+ 8,42	+ 0,98	+ 3,2	+10,8	6,78	+1,38	812	+ 93	720	800	...	...	N. 1	0,97	6,5	— 1,2	110
7	731,19	+ 6,78	+ 8,87	+ 1,30	+ 7,8	+13,5	6,76	+1,31	813	+ 95	630	890	...	...	N. 1	0,77	—	—	110
8	734,15	+ 9,74	+ 9,17	+ 1,46	+ 3,1	+15,0	6,56	+1,06	754	+ 36	570	950	...	...	SO. 1	0,76	7,4	— 0,5	110
9	728,91	+ 4,49	+ 8,15	+ 0,30	+ 7,0	+12,5	5,45	—0,10	702	— 15	450	960	4,2	7	N. 1	0,88	7,3	— 0,6	110
10	730,50	+ 6,08	+ 6,73	— 1,26	+ 4,4	+ 9,8	4,66	—0,94	649	— 67	540	700	...	...	NNE. 2	0,19	7,7	— 0,3	110
11	729,76	+ 5,34	+ 7,89	— 0,24	+ 3,0	+13,8	5,44	—0,21	696	— 19	490	860	...	...	N. 1	0,09	7,4	— 0,7	110
12	729,14	+ 4,72	+ 8,63	+ 0,36	+ 2,3	+12,8	6,23	+0,54	742	+ 28	590	950	...	..	N. 1	0,00	7,7	— 0,5	110
13	729,58	+ 5,16	+11,89	+ 3,48	+ 4,4	+19,2	5,86	+0,12	584	—130	390	860	...	...	N. 1	0,00	9,5	+ 1,2	111
14	728,02	+ 3,59	+13,45	+ 4,90	+ 5,7	+21,0	6,51	+0,72	586	—127	340	920	...	...	N. 1	0,17	—	—	111
15	727,55	+ 3,12	+12,80	+ 4,11	+ 6,0	+19,4	5,07	—0,77	494	—218	270	800	...	...	N. 1	0,06	10,4	+ 2,0	112
16	725,00	+ 0,55	+13,42	+ 4,60	+ 5,0	+21,8	5,96	+0,06	567	—145	260	870	..	...	N. 1	0,07	10,7	+ 2,2	112
17	719,77	— 4,70	+12,12	+ 3,16	+ 5,0	+17,9	4,89	—1,08	515	—197	250	870	...	...	SSO. 1	0,19	10,9	+ 2,3	112
18	718,65	— 5,84	+ 7,84	— 1,26	+ 6,8	+11,0	4,62	—1,41	626	— 86	460	730	...	...	N. 1	0,98	9,7	+ 1,0	112
19	719,30	— 5,20	+ 6,35	— 2,89	+ 5,6	+ 9,8	5,97	—0,13	852	+140	610	960	4,3	8	variable	0,99	9,6	+ 0,8	112
20	713,42	—11,10	+ 7,86	— 1,52	+ 5,7	+11,0	7,01	+0,85	884	+172	770	890	3,7	6	N. 1	1,00	9,5	+ 0,6	112
21	710,44	—14,10	+10,89	+ 1,36	+ 6,8	+15,5	5,72	—0,51	617	— 95	420	970	...	...	S. 1	0,48	—	—	112
22	713,03	—11,53	+11,47	+ 1,80	+ 6,2	+18,6	5,72	—0,57	608	—104	330	840	...	...	variable	0,91	9,4	+ 0,3	111
23	718,36	— 6,22	+ 5,07	— 4,74	+ 3,2	+ 8,0	6,70	+0,34	967	+255	920	1000	38,3	17	variable	1,00	9,2	0,0	112
24	723,39	— 1,21	+ 8,33	— 1,62	+ 4,9	+14,9	6,48	+0,06	806	+ 94	500	950	12,9	10	variable	0,48	8,9	— 0,4	115
25	725,63	+ 1,01	+ 8,57	— 1,52	+ 5,1	+ 3,7	6,75	+0,26	816	+104	580	940	6,6	3	NE. 1	0,66	9,1	— 0,3	115
26	728,27	+ 3,63	+ 9,89	— 0,35	+ 2,3	+17,0	5,97	—0,58	685	— 27	330	980	...	...	N. 1	0,49	9,5	0,0	115
27	723,64	— 1,01	+12,80	+ 2,42	+ 7,9	+18,3	7,27	+0,65	672	— 40	470	920	...	...	variable	0,81	9,5	0,0	116
28	726,18	+ 1,51	+13,62	+ 3,10	+10,4	+19,0	8,21	+1,53	727	+ 15	460	890	0,9	1	variable	0,91	—	—	116
29	730,29	+ 5,60	+11,75	+ 1,09	+11,1	+14,0	8,75	+2,00	871	+159	730	890	0,4	1	variable	1,00	9,7	0,0	—
30	727,59	+ 2,88	+13,13	+ 2,32	+10,0	+16,2	8,75	+1,94	785	+ 73	650	850	...		N. 1	0,76	11,0	+ 1,2	117

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725.85	726,01	726,13	725,69	725,39	725,36	725,76	726,24	726,46
2e »	724,93	724,86	724,61	724,04	723,39	723,04	722 82	723,20	723,27
3e »	722,66	722,84	722,95	722,68	722,51	722,25	722,43	723,14	723,69
Mois	724,48	724,57	724,56	724,14	723,76	723,55	723,67	724,19	724,47
Température.									
	o		o	o	o	o	o	o	o
1re décade	+ 5,55	+ 7,08	+ 9,18	+10,07	+10,94	+10,33	+ 9,18	+ 8,16	+ 7,16
2e »	+ 5,78	+ 9,03	+11,71	+12,84	+14,01	+14,27	+13,22	+11,49	+ 9,58
3e »	+ 7,69	+ 9,37	+11,54	+12,53	+13,70	+14,16	+13,06	+11,52	+ 9,87
Mois	+ 6,34	+ 8,49	+10,81	+11,28	+12,88	+12,92	+11,82	+10,39	+ 8,87
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	5,78	5,94	5,65	5,62	5,52	5,49	5,68	5,61	6,02
2e »	5,86	5,74	5,63	5,41	5,57	5,62	5,76	5,95	6,27
3e »	7,03	7,32	7,08	6,86	6,69	6,58	7,03	7,35	7,34
Mois	6,22	6,33	6,12	5,97	5,93	5,89	6,16	6,30	6,54
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	840	779	653	619	569	594	659	692	789
2e »	848	673	559	508	496	488	535	606	710
3e »	889	830	708	646	592	568	638	726	810
Mois	859	761	640	591	552	550	611	675	769

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	o	o		o	mm	cm
1re décade	+ 4,46	+12,18	0,74	6,86	21,3	112,3
2e »	+ 4,95	+15,77	0,36	9,49	8,0	111,4
3e »	+ 6,79	+15,52	0,75	9,54	59,1	114,3
Mois	+ 5,40	+14,49	0,62	8,59	88,4	112,6

Dans ce mois, l'air a été calme 3,07 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,31 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est O. 56°,3 N., et son intensité est égale à 32,49 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AVRIL 1872.

Le 2, brouillard tout le jour; neige.
3, brouillard le matin, puis clair.
4, brouillard tout le jour.
5, brouillard tout le jour; neige.
6, brouillard le soir.
7, brouillard tout le jour.
8, brouillard le soir.
9, 10, brouillard tout le jour.
19, 20, 21, brouillard tout le jour; neige par moments.
22, brouillard tout le jour.
23, brouillard tout le jour; neige.
24, brouillard le matin.
25, brouillard presque tout le jour.
28, brouillard le matin.
29, brouillard tout le jour.
30, brouillard le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 1er à 8 h. matin	560,71	Le 3 à 6 h. soir............	555,49
8 à 8 et 10 h..............	569,14	9 à 2 h. après m.........	559,24
13 à 2 h. après m........	568,36	18 à 6 h. matin	554,74
19 à 8 h. soir............	558,04	21 à 8 h. matin	550,34
26 à 10 h. soir............	565,94	28 à 8 h. matin	563,78
29 à 10 h. soir............	567,00	30 à 6 h. matin	565,66

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.			
1	559,85	— 0,50	558,94	560,71	— 2,10	+ 3,38	— 6,8	+ 3,0	.....	.....	....	NE. 1	0,40
2	556,84	— 3,56	556,52	557,52	— 3,90	+ 1,46	— 6,4	+ 0,4	..20.	.7,5.	....	SO. 1	0,92
3	555,77	— 4,69	555,49	556,23	— 6,79	— 1,55	—10,4	— 3,1	.....	.....	....	NE. 1	0,22
4	557,54	— 2,98	555,64	558,95	— 4,86	+ 0,26	— 8,2	— 2,0	.....	.....	....	SO. 1	0,84
5	559,40	— 1,18	557,58	561,94	— 4,27	+ 0,72	— 5,3	— 2,0	.160.	16,9.	....	SO. 1	0,97
6	563,26	+ 2,62	562,19	563,93	— 1,41	+ 3,45	— 4,5	+ 3,4	..20.	.2,2.	....	NE. 1	0,93
7	566,45	+ 5,74	564,08	568,49	— 1,12	+ 3,62	— 4,0	+ 4,4	.....	.....	....	NE. 1	0,81
8	568,47	+ 7,69	567,50	569,14	— 1,57	+ 3,04	— 5,0	+ 2,0	.....	.....	....	NE. 1	0,49
9	560,78	— 0,07	559,24	562,63	— 7,89	— 3,41	—10,8	— 3,6	.....	.....	....	NE. 3	1,00
10	563,54	+ 2,62	562,45	564,85	— 7,85	— 3,50	—11,2	— 3,7	.....	.....	....	NE. 2	0,84
11	566,00	+ 5,01	564,59	567,10	— 1,27	+ 2,95	— 7,0	+ 3,2	.....	.....	....	NE. 0	0,01
12	567,33	+ 6,27	566,61	567,79	— 0,83	+ 3,26	— 5,0	+ 4,0	.....	.....	....	SO. 1	0,03
13	568,12	+ 6,98	567,54	568,36	— 2,20	+ 6,16	— 0,5	+ 6,0	.....	.....	....	NE. 1	0,00
14	567,12	+ 5,90	566,89	567,54	+ 2,08	+ 5,91	— 0,8	+ 5,0	.....	.....	....	NE. 1	0,10
15	566,40	+ 5,10	566,17	566 69	+ 2,60	+ 6,29	+ 0,3	+ 6,4	.....	.....	....	NE. 1	0,04
16	563,44	+ 2,06	562,20	564,48	+ 0,42	+ 3,97	— 3,0	+ 3,4	.....	.....	....	NE. 1	0,10
17	557,91	— 3,55	556,44	559,61	— 0,33	+ 3,08	— 3,0	+ 2,6	.....	.....	....	NE. 1	0,20
18	555,11	— 6,43	554,74	555,64	— 1,32	+ 1,95	— 4,4	+ 1,6	.....	.....	....	SO. 1	0,61
19	556,66	— 4,96	555,44	558,04	— 2,37	+ 0,76	— 3,0	— 1,2	.110.	26,8.	....	SO. 1	1,00
20	553,90	— 7,81	552,29	555,95	— 2,64	+ 0,35	— 2,7	— 1,0	.105.	23,8.	....	SO. 2	0,96
21	551,42	—10,38	550,34	552,79	— 4,17	— 1,32	— 5,6	— 2,0	..50.	.6,9.	....	SO. 2	0,88
22	555,04	— 6,85	554,22	555,53	— 4,99	— 2,28	— 6,0	— 3,5	.....	.....	....	SO. 3	1,00
23	557,03	— 4,95	555,92	557,47	— 3,27	— 0,70	— 4,4	— 1,6	.100.	17,6.	....	SO. 2	1,00
24	560,19	— 1,88	558,03	562,24	— 2,92	— 0,49	— 3,6	— 1,0	..55.	.1,5.	....	SO. 1	0,49
25	562,33	+ 0,17	561,75	563,66	— 3,01	— 0,72	— 4,5	0,0	..40.	12,0.	....	NE. 1	0,88
26	565,69	+ 3,44	565,39	565,94	— 1,05	+ 1,09	— 6,4	+ 1,8	.....	.....	....	SO. 1	0,23
27	564,32	+ 1,98	563,79	564,84	— 0,11	+ 1,88	— 2,8	+ 2,5	.....	.....	....	SO. 1	0,86
28	564,68	+ 2,25	563,78	565,94	+ 0,95	+ 2,80	— 2,0	+ 3,8	.....	.....	....	SO. 1	0,40
29	566,66	+ 4,14	566,46	567,00	+ 2,64	+ 4,35	— 0,4	+ 7,2	.....	.....	....	SO. 1	0,97
30	566,04	+ 3,42	565,56	566,52	+ 3,05	+ 4,62	0,0	+ 6,6	.....	.....	....	NE. 1	0,81

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS D'AVRIL 1872.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	560,63	560,95	561,00	561,07	561,02	561,07	561,32	561,63	562,05
2e «	562,25	562,22	562,35	562,26	562,28	562,15	562,11	562,15	562,05
3e «	560,64	560,83	561,09	561,24	561,42	561,43	561,50	561,85	562,10
Mois	561,17	561,33	561,48	561,52	561,57	561,55	561,64	561,88	562,07

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 6,32	— 4,44	— 2,03	— 1,71	— 1,46	— 1,50	— 3,60	— 5,06	— 5,30
2e «	— 2,26	+ 0,04	+ 0,69	+ 1,84	+ 2,24	+ 2,55	+ 1,49	— 0,55	— 1,18
3e «	— 3,19	— 1,25	+ 0,15	+ 0,86	+ 1,13	+ 0,54	— 0,53	— 1,33	— 1,82
Mois	— 3,92	— 1,88	— 0,39	+ 0,33	+ 0,64	+ 0,53	— 0,88	— 2,31	— 2,77

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 7,26	— 0,12	0,74	26,6	200
2e «	— 2,91	+ 3,00	0,31	50,6	215
3e «	— 3,49	+ 1,38	0,75	38,0	195
Mois	— 4,55	+ 1,42	0,60	115,2	610

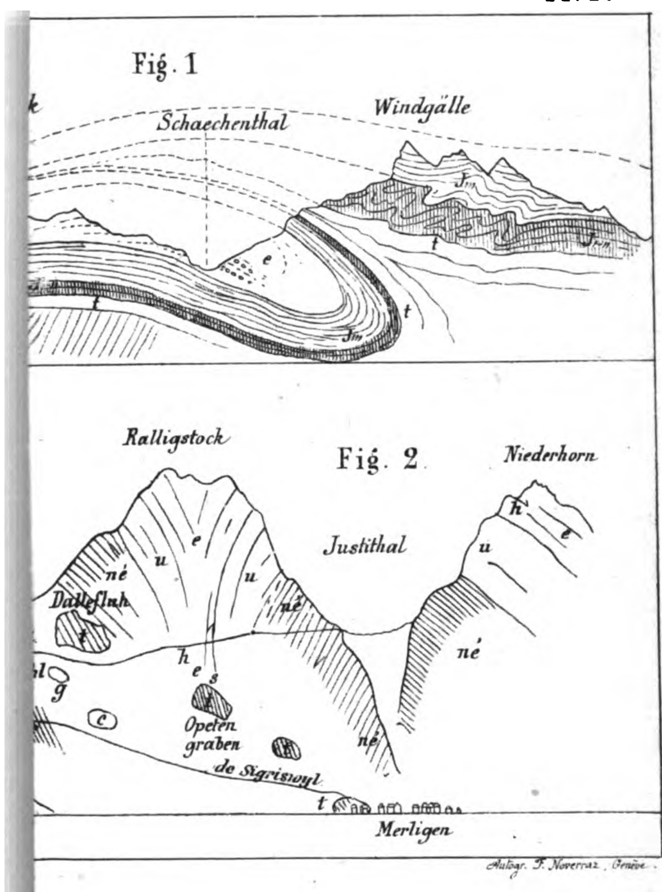
Dans ce mois, l'air a été calme 15,56 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,14 à 1,00.

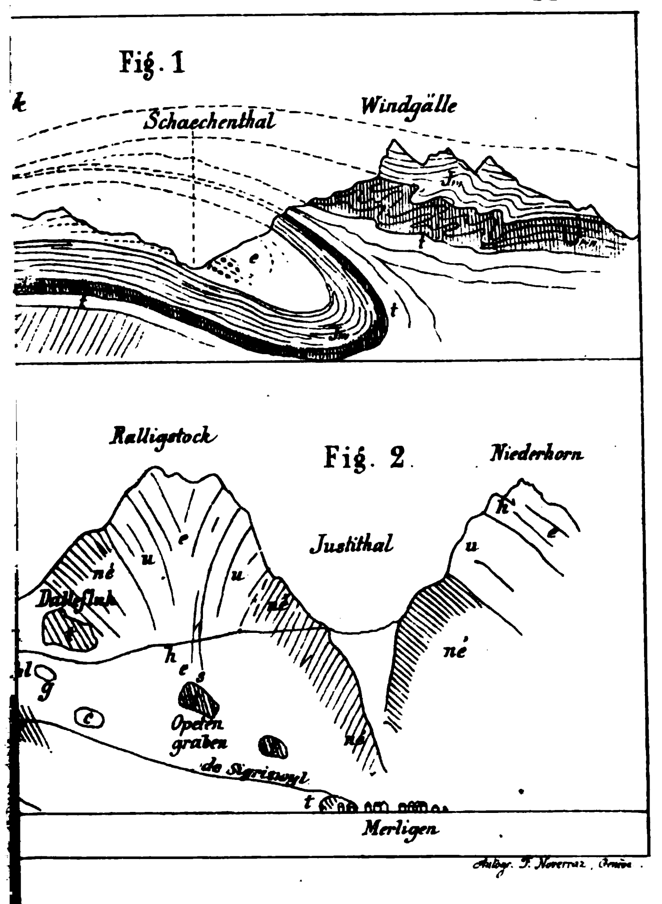
La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 7,41 sur 100.

* Voir la note du tableau.

Pl. I.


Fig. 1
Schaechenthal
Windgälle
e
t
Jm
Fig. 2
Ralligstock
Niederhorn
Justithal
Dallefluh
Opeten
graben
de Sigriswyl
Merligen
Autogr. F. Noverraz, Genève

Pl. I.


Fig. 1
Schaechenthal
Windgälle
Fig. 2.
Ralligstock
Niederhorn
Justithal
Merligen
de Sigriswyl
Autogr. J. Noverraz, Genève.

TENTATIVE D'EXPÉRIENCES

SUR

LA QUESTION DES MODIFICATIONS

DANS

LES ESPÈCES VÉGÉTALES

A LA SUITE D'UN EFFET PROLONGÉ DU CLIMAT

PAR

M. ALPH. DE CANDOLLE

On connaît la prétention assez ordinaire des éleveurs et des cultivateurs d'obtenir, à la suite de plusieurs générations soumises à certaines influences, des individus *acclimatés*, en d'autres termes, adaptés mieux que leurs ancêtres, aux circonstances extérieures. Du Petit-Thouars avait qualifié cette opinion de « douce chimère. » L'étude des limites géographiques et de la distribution des espèces dans l'habitation de chaque genre m'avait conduit, en 1855, à considérer les modifications déterminées par le climat comme extrêmement rares et de peu d'importance, à moins qu'il ne s'agisse d'espèces cultivées. Assurément lorsqu'on sème des graines prises sur les pieds les plus précoces, ou les plus productifs, ou sur ceux qui ont le mieux résisté au froid, on obtient, au bout de quelques triages successifs, des races plus précoces, ou plus productives, ou résistant mieux aux basses températures, que la race primitive ; mais dans le cours naturel des choses le triage et l'isolement des individus spéciaux doivent être

rares, difficiles et contrariés par des obstacles sérieux, tels que la promiscuité de la fécondation et le retour par atavisme à des formes moyennes et anciennes.

Lorsque j'énonçais ces idées [1], avant l'apparition du premier ouvrage de M. Darwin, je n'avais pu citer qu'un seul exemple à l'appui de modifications physiologiques dans la nature des espèces, indépendamment de toute action de l'homme. Le Dr Hooker [2] avait parlé de pins et de rhododendrons de l'Himalaya provenant de graines recueillies à 10,000 pieds d'élévation, qui avaient supporté mieux le climat de l'Angleterre que les individus provenant de graines recueillies dans des localités moins élevées. Depuis cette époque, M. Darwin a insisté beaucoup sur les modifications probables des espèces dans le cours naturel des choses et sur la sélection qui doit en découler nécessairement une fois les modifications produites. Malheureusement on ne peut encore raisonner sur les espèces spontanées que par analogie avec les espèces cultivées, ce qui n'est pas suffisant. Les faits de distribution géographique sont contraires à l'idée de modifications par un effet des climats, excepté pour certaines espèces très-voisines distribuées chacune dans une île d'un même archipel, mais ceci est un cas assez rare.

Voici un autre indice de modifications. Les espèces de pays intertropicaux ne supportent jamais les climats froids. On dirait que leur nature intime, physiologique, s'est modifiée dans le sens favorable aux conditions du climat, à la suite de plusieurs milliers d'années d'influences semblables. Un autre argument non moins indirect, et

[1] Géographie botanique raisonnée, p. 1078 et suivantes.
[2] New Zealand flora, introduction, p. XII.

probablement mal fondé, semble résulter de ce que la même somme de température ne produit pas sur la même espèce les mêmes effets en automne et au printemps, ni dans un pays chaud et dans un pays froid, par exemple à Madère et en Europe[1]. M. Linsser[2], ayant calculé exactement les sommes de température qui amènent la foliaison et la floraison de plusieurs espèces européennes dans des localités différentes, est arrivé à la même conclusion. Les époques sont plus hâtives dans le nord, comme si chaque espèce y recevait une impulsion plus énergique de la même température. L'auteur, il est vrai, n'a fait ses calculs que sur des espèces vivaces ou ligneuses. Or, on peut attribuer la diversité observée à l'état particulier des sucs dans l'intérieur des tissus végétaux après une interruption, soit complète, soit incomplète du mouvement de la végétation. Chaque plante vivace ou ligneuse a besoin, en effet, d'une élaboration et d'une distribution intérieure des matériaux, pour que la température détermine l'éclosion des bourgeons. Dans le nord le repos des organes extérieurs étant absolu pendant un long hiver, le travail interne se fait mieux. Il arrive dans ce cas ce qu'on voit dans nos pays tempérés, lorsqu'un été très-sec a fait tomber les feuilles des arbres fruitiers ou des marronniers : quelques jours chauds, en automne, amènent une seconde floraison. Les observations sur les époques de végétation provoquées avec tant de persévérance par M. Quetelet et utilisées par M. Linsser, n'ont porté sur aucune espèce annuelle. Je le regrette, car on aurait vu par leur manière

[1] Observation de Heer, citée dans ma Géogr. botan., p. 47.

[2] Linsser, Die periodischen Erscheinungen des Pflanzenlebens, in-4°. Saint-Pétersbourg, 1865. Dans les *Mém. de l'Acad. des Sc. de St.-Pétersb.* 7me série, vol. XI, n° 7.

de végéter, au nord et au midi, si la différence observée dans les autres plantes tient à des réserves de matériaux nutritifs ou à des diversités intrinsèques des individus de chaque espèce, selon les influences qui ont existé dans les siècles antérieurs.

Je m'étais proposé, en 1868 et 1869, de traiter cette question d'une manière purement expérimentale. Plusieurs lacunes, causées par des hasards ou des accidents, ont diminué l'intérêt de mon expérience. Je puis cependant donner quelques faits exacts, et la méthode étant indiquée, on pourra probablement en tirer un meilleur parti.

Mon but était de vérifier si des graines d'une même espèce, provenant de localités très-éloignées, tout à fait différentes de climat, produiraient, semées dans une même localité, des individus ayant des conditions physiologiques différentes, par exemple, ressentant d'une autre manière l'effet de la chaleur.

J'ai commencé par choisir dans les flores européennes une douzaine d'espèces annuelles, vivaces ou ligneuses, faciles à reconnaître et à trouver, n'ayant pas des variétés caractérisées qui compliqueraient la question, et appartenant à plusieurs familles naturelles. Je me suis adressé ensuite à des botanistes de quatre localités du nord ou du midi, savoir Édimbourg, Moscou, Montpellier et Palerme, pour obtenir des graines des dites espèces, récoltées, autant que possible, loin des habitations et dans les conditions ordinaires du pays. Mes honorables correspondants, MM. Balfour, de Geleznoff, Planchon et Todaro, ont bien voulu s'occuper de la demande, et m'ont envoyé des graines de la plupart des espèces. Malheureusement quelques-unes manquaient dans chaque envoi, et tantôt

les unes tantôt les autres, ce qui s'explique par la rareté de telle espèce dans telle localité. Certaines graines n'ont pas levé, tantôt dans l'une des espèces ou dans l'une des collections d'origine différente, tantôt dans les autres, ce qui a limité encore forcément les termes de comparaison. En définitive il est resté seulement trois espèces provenant de localités éloignées, et encore l'une d'elles s'est trouvée mauvaise à cause de l'inégalité extrême de la manière de végéter des individus de même origine. Cette espèce irrégulière est le *Sisymbrium officinale*, qui a donné, dans chaque collection, des individus hâtifs et tardifs, petits et grands, annuels et quasi bisannuels, ce qu'on aurait pu deviner d'ailleurs à la seule inspection des graines généralement très-inégales de forme et de grosseur [1].

Avant d'entrer dans les détails de l'expérience, il est bon d'insister sur son caractère particulier. Les espèces en question existent dans le nord et le midi de l'Europe depuis un nombre de siècles impossible à préciser, mais qui doit avoir été considérable. A la rigueur, les graines de l'une de ces espèces, le *Senecio vulgaris*, ont pu, à cause des aigrettes, avoir été transportées jadis d'un point à un autre, dans l'intérieur de la Grande-Bretagne, ou de la Russie, ou du midi de la France, ou de la Sicile, cependant il n'est pas probable que des transports

[1] Si la culture du *Sisymbrium officinale* avait le moindre intérêt, les horticulteurs en obtiendraient facilement deux et peut-être plusieurs formes héréditaires. Dans le cours naturel des choses, les variations qui se produisent dans l'espèce n'ont peut-être pas de durée, puisque les auteurs n'ont pas fait des variétés ou des espèces distinctes dans leurs ouvrages. Est-ce le résultat de fécondations croisées, ou d'atavisme, ou d'une instabilité habituelle dans les formes? C'est ce que l'observation seule pourrait constater.

aient eu lieu à de très-grandes distances. Les graines d'une des autres espèces *Trifolium repens*, et celles du *Sisymbrium officinale* ne présentent pas de chances particulières de transport. Il est donc, en somme, vraisemblable que les individus de ces trois espèces de générations antérieures à celle d'où nos graines ont été obtenues avaient vécu pendant des milliers d'années sous des climats très-différents. Celui d'Édimbourg est peu rigoureux en hiver et peu chaud en été; celui de Moscou est au contraire un climat extrême; enfin les climats de Montpellier et de Palerme sont chauds et secs. Il s'était fait, dans ces conditions, une expérience antérieure de plusieurs milliers d'années, et c'est bien autre chose que celle des générations toujours en petit nombre, au moyen dequelles on se flatte de déterminer dans les jardins le degré de fixité d'une forme végétale quelconque.

Dans le cas dont il s'agit les formes extérieures paraissaient n'avoir pas changé, puisque j'avais choisi des espèces faciles à reconnaître et n'ayant pas de variétés déjà signalées. La question était donc de savoir si les dispositions physiologiques, indépendantes quelquefois des formes extérieures, étaient aussi demeurées semblables.

PREMIÈRE GÉNÉRATION.

Les graines récoltées en 1868, ont été semées en 1869.

Un premier semis eut lieu, le 11 mai, dans des vases, remplis de terreau, et placés dans un cabinet de mon herbier où le jour venait uniquement du zénith, sans le moindre rayon de soleil. Quoique la lumière diffuse fût très-abondante, les individus se montrèrent dès le premier moment si chétifs et il en mourut un si grand nombre

que j'abandonnai l'expérience. Les seuls résultats bien constatés furent ceux-ci : 1° les *Senecio vulgaris* d'Édimbourg, Moscou, Montpellier et Palerme, semés le 11 dans l'après-midi et arrosés uniformément, avaient tous levé et étalé leurs cotylédons le 15, au milieu du jour. 2° Les *Sisymbrium officinale* de Moscou, Édimbourg et Palerme ayant été semés simultanément le 11, ceux de Moscou et Édimbourg étaient levés le 14 et ceux de Palerme 24 heures plus tard.

Voyant l'inutilité des cultures privées de la lumière directe du soleil, je demandai à l'administration du Jardin botanique de Genève de me laisser faire un semis dans un carreau, sous la surveillance du jardinier en chef. La place choisie avait été labourée et nettoyée de mauvaises herbes. Les graines furent semées le 22 mai, à 4 heures.

Il y avait des *Senecio* des quatre origines, des *Sisymbrium* de Moscou, Édimbourg et Palerme, et des *Trifolium repens* de Moscou et de Palerme.

SENECIO VULGARIS. Tous étaient levés le 27 mai, avec leurs tigelles dressées et les deux cotylédons étalés. Ceux d'Édimbourg et de Moscou offraient un léger retard, que j'aurais de la peine à préciser, et qui ne peut guère avoir influé sur la marche subséquente de la végétation. Les pieds d'Edimbourg ont commencé à ouvrir leurs fleurons le 5 juillet, ceux de Moscou et de Montpellier le 8, et ceux de Palerme plus tard, sans que le jour en ait été suffisamment précisé, à cause d'une absence que je fis à cette époque. Le 4 août suivant les pieds d'Édimbourg et de Moscou portaient plusieurs capitules de graines mûres; ceux de Montpellier en avaient moins et ceux de Palerme n'en avaient qu'un seul. Donc, pour la floraison

et la fructification, les pieds originaires du Nord ont été les plus hâtifs, et ce sont les individus originaires de Palerme qui ont été le plus en retard.

Sisymbrium officinale. Les graines de Moscou, d'Édimbourg et Palerme levaient hors de terre le 27, avec assez d'uniformité. La végétation s'est montrée ensuite tellement irrégulière dans chaque lot qu'il n'en a pas été tenu compte. Les pieds hâtifs gênaient les autres. Le 8 juillet, la moyenne des pieds de Palerme était la plus avancée.

L'expérience n'était pas suffisante, et comme je me proposais d'aller en automne en Italie, je priai mon ami, M. le professeur Parlatore, de faire un second semis de *Sisymbrium officinale* dans le Jardin botanique de Florence. Je lui envoyai des graines prises aux paquets primitifs des trois localités, plus à Kharkoff, la même année 1868. — Elles furent toutes semées le 1er octobre 1869 à Florence. Je les vis une fois et l'expérience fut très-bien suivie par le jardinier en chef.

Voici la note qui m'en a été communiquée.

Les individus d'Édimbourg et Palerme levèrent le sixième jour, ceux de Moscou le neuvième, et ceux de Kharkoff le onzième.

Du jour de la levée à celui de la première floraison, il s'écoula pour les individus de

Kharkoff.	141	jours.
Édimbourg et Palerme. . . .	151	»
Moscou.	156	»

Trifolium repens. Semés à Genève simultanément, le 22 mai, à 4 heures, les individus originaires de Palerme

ont levé le 28, et ceux de Moscou, en moyenne, vingt-quatre heures plus tard.

Dès ce moment on a pu voir une différence inattendue. Les trèfles rampants de Palerme étaient vigoureux, élevés, à larges feuilles, tandis que ceux de Moscou étaient chétifs, bas et à feuilles moins développées. Cette diversité s'est continuée indéfiniment. L'un des trèfles, celui de Palerme était plus grand dans toutes ses parties. On aurait pu le faucher. L'autre est resté petit, comme s'il avait été piétiné au bord d'une route. Les uns et les autres ont fleuri vers le 12 août. La circonstance que les légumes sont enfermés dans des restes de corolles ne m'a pas permis de bien constater la maturité, mais elle m'a paru semblable de part et d'autre.

Mécontent de cette observation, je fis un nouveau semis des deux *Trifolium repens* des deux origines, le 12 juin, dans un autre carreau du Jardin botanique. Les graines de Palerme levèrent le 16, celles de Moscou le même jour, avec un peu de retard cependant, lorsqu'on examinait de près. La diversité de grandeur des tiges et feuilles se manifesta très-vite, comme dans l'expérience précédente. Les pieds de Palerme ont fleuri le 15 août et ceux de Moscou le 17.

Ces différences ont peu de valeur, surtout si l'on fait attention à ce qu'il y avait deux variétés distinctes, une grande et une petite, auxquelles on peut naturellement supposer des propriétés physiologiques différentes.

En définitive les *Senecio* s'étaient montrés identiques de forme, et ceux du nord plus hâtifs quant aux époques de floraison et maturation ; les *Sisymbrium* avaient montré de singulières diversités d'époques selon les origines, ceux de Kharkoff étant même très-différents de ceux de

Moscou ; enfin les *Trifolium repens* s'étaient montrés différents de forme ou plutôt de grandeur des organes, et les pieds du nord un peu en retard quant à l'époque de floraison.

L'influence des climats serait donc variée selon les espèces.

DEUXIÈME GÉNÉRATION.

Un second semis des *Senecio* recueillis à Genève, fut fait dans le Jardin botanique de Florence, à côté des Sisymbrium dont j'ai parlé. Voici, d'après les observations fort exactes du jardinier en chef, la marche de la végétation de ces individus en hiver.

SENECIO VULGARIS (2me génération élevée à Genève, semée à Florence le 1er octobre 1869).

		Levée.	Floraison.
Originaires	de Moscou,	5 octobre 1869,	8 février 1870
»	d'Édimbourg,	20 » »	20 » »
»	de Montpellier,	30 » »	14 » »
»	de Palerme,	22 » »	2 mars »

Les levées ont été, comme on voit, bien moins uniformes que celles de la génération précédente observées à Genève, dans une autre saison. Les individus primitivement originaires de Moscou ont germé à Florence beaucoup plus vite que les autres. Il en est résulté pour eux une floraison plus prompte.

A dater du jour du semis jusqu'au jour de la floraison, il s'est écoulé, pour les pieds originaires de :

Moscou	131	jours.
Montpellier . . .	137	»
Édimbourg . . .	143	»
Palerme	153	»

A dater du jour de la levée jusqu'à la floraison :

Montpellier . . .	107	jours.
Édimbourg . . .	124	»
Moscou	127	»
Palerme	131	»

Ainsi, à la seconde génération, et en hiver, les *Senecio* originaires de Palerme ont conservé une disposition à végéter lentement, et ceux originaires de Moscou à végéter plus vite, du moins en ce qui concerne la germination.

L'ordre d'évolution ne s'est pas maintenu uniforme du semis à la germination et de celle-ci à la floraison, et l'on peut remarquer d'autres différences d'avec les observations faites à Genève, au printemps, sur la première génération. De pareilles diversités trahissent une influence de la température qui ne serait pas la même pour les lignées provenant de localités différentes. Les *Senecio vulgaris* de Moscou profitent mieux des températures basses. A Genève on s'en est aperçu par une floraison hâtive, à Florence par une levée plus prompte.

Après avoir parlé de ces expériences assurément trop limitées, et qu'il faut regarder comme une ébauche ou une tentative, je me bornerai à de courtes réflexions.

1° La méthode est nouvelle. On en pourra tirer peut-être un meilleur parti, en choisissant mieux les espèces ou les localités d'origine.

2° Chaque espèce paraît se comporter un peu différemment à l'égard de la température, suivant que les graines viennent du Nord ou du Midi. Cependant des diversités se rencontrent quelquefois entre des individus de la même espèce provenant de localités voisines.

3° Les diversités sont souvent héréditaires.

4° Toute expérience sur les végétaux est difficile et même peu probante, en raison de la diversité des parties qu'on croit identiques et qu'on soumet à des conditions déterminées. Quand on expérimente sur des métaux ou sur des gaz, on sait très-bien que chaque partie du tout est semblable, du moins quand les métaux ou les gaz ont été épurés, mais si l'on compare deux boutures prises sur un même arbre, ou deux bourgeons, ou des graines sorties d'une même capsule, on n'est jamais certain de l'identité. Il est même probable qu'il y a toujours une diversité quelconque. De là des causes d'incertitude et d'inexactitude. Elles ne doivent évidemment pas faire renoncer à la voie de l'expérience, mais elles expliquent pourquoi celle de l'observation est ordinairement la plus fructueuse en histoire naturelle.

RECHERCHES

SUR LE PHTALYL

RADICAL DE L'ACIDE PHTALIQUE

PAR

M. ÉMILE ADOR [1]

(Extrait par l'auteur.)

C'est au professeur Wislicenus que l'on doit la méthode d'éliminer l'iode dans les combinaisons organiques par de l'argent métallique, tel qu'on l'obtient en réduisant le chlorure d'argent par le zinc. Prenant pour point de départ de mon travail le chlorure de l'acide phtalique $C_6H_4\left\{\begin{matrix}COCl\\COCl\end{matrix}\right.$ j'avais l'intention de le transformer en iodure et de soumettre celui-ci à l'action d'argent moléculaire, mais je m'aperçus dans un essai préparatoire que ce n'était point nécessaire, et que le chlore pouvait être directement enlevé du chlorure de l'acide phtalique.

C'est l'étude du corps résultant de cette réaction, c'est-à-dire du radical de l'acide phtalique, et de quelques-uns de ces dérivés qui fait le sujet de cette étude.

Le chlorure de l'acide phtalique s'obtient facilement lorsqu'on chauffe à ébullition modérée un équivalent d'acide avec deux équivalents de $PhCl_5$ pendant quatre ou cinq jours ; une addition d'oxychlorure de phosphore facilite la réaction ; lorsque tout dégagement de HCl a cessé, on distille sur un bain d'huile le $PhOCl_3$, on porte ensuite

[1] Dissertation inaugurale. Zurich, 1872.

la température à 190° en faisant passer un courant d'acide carbonique pour chasser les dernières traces de $PhCl_3$, puis enfin on distille à flamme nue.

Le chlorure de l'acide phtalique est un liquide légèrement coloré en jaune, plus pesant que l'eau avec laquelle il se décompose lentement en régénérant de l'acide phtalique, et qui bout sans se décomposer à 270° [1].

Ce chlorure doit être tenu dans des flacons bien bouchés, car il se décompose facilement quoique lentement à l'air humide comme l'indique la formule suivante :

$$C_6H_4 \begin{cases} COCl \\ COCl \end{cases} + H_2O = 2HCl + C_6H_4 \begin{cases} CO \\ CO \end{cases} > O$$

en acide chlorhydrique et en acide phtalique anhydre qui cristallise en prismes clinorhomboïdaux paraissant hémimorphes, l'arête étant peu accentuée, d'ailleurs pas assez bien formés pour qu'on puisse les mesurer, les faces étant presque toutes déprimées et les arêtes arrondies.

L'acide phtalique anhydre bout à 275° presque sans décomposition. Græbe [2] indique le point d'ébullition à 277°.

Action d'Ag. sur le chlorure de l'acide phtalique.

Si l'on projette par petites quantités à la fois de l'argent moléculaire séché préalablement à 150° dans le chlorure, dans la proportion de 14 gr. d'Ag. pour 10 de chlorure, il se produit une assez vive réaction avec dégagement de chaleur, la masse devient solide, et si l'on a agi avec précaution, les produits ne se noircissent pas.

On chauffe encore le ballon pendant quelques heures à

[1] Toutes les températures indiquées dans ce travail ne sont pas corrigées, mais ont été observées avec le même thermomètre.

[2] *Bulletin de la Société de Chimie de Berlin.* 5me année, I.

150°, on voit alors sublimer de l'acide phtalique anhydre en longues aiguilles blanches flexibles fondant à 128°.

La réaction terminée, on triture avec soin le produit et on le traite par l'eau bouillante qui dissout tout l'acide phtalique anhydre en le transformant en acide phtalique ordinaire.

A ce propos je remarquerai que l'acide phtalique parfaitement pur, obtenu de l'anhydride après plusieurs cristallisations et traitement avec du charbon animal, fond à 213° lorsque les cristaux n'ont pas été brisés, et à 203° lorsque ces mêmes cristaux ont été pulvérisés. Impur, l'acide phtalique fond beaucoup au-dessous, jusqu'à environ 170°, généralement et tel qu'on l'obtient par précipitation de ses sels, il fond vers 180°. Les livres de chimie indiquent 182°. La quantité d'acide retrouvée est assez considérable, elle représente 25,2 °/₀ du chlorure employé, malgré toutes les précautions prises contre l'humidité; mais je montrerai plus tard quelles sont les causes de cette formation d'anhydride.

Après le traitement par l'eau et dessiccation on reprend par l'alcool et l'on digère plusieurs heures avec réfrigérant renversé et en changeant deux ou trois fois d'alcool; les liquides réunis, l'alcool distillé, il reste une substance complexe, résineuse, colorée en brun plus ou moins foncé, sur laquelle je reviendrai.

Dans le résidu, il ne reste plus maintenant que du chlorure d'argent, de l'argent en excès et le phtalyl; pour retirer le phtalyl, c'est ainsi que je nomme le radical de l'acide phtalique, le meilleur moyen est de sublimer dans un tube à combustion à travers lequel on fait passer un faible courant d'acide carbonique. Dans cette opération il distille et sublime une masse jaune orange qui a assez de

ressemblance avec le nitro-anthracène. On le traite par l'eau à chaud pour lui enlever un peu d'acide phtalique anhydre, puis on la fait cristalliser plusieurs fois en employant comme dissolvant l'acide phénique bouillant, dans lequel le phtalyl est assez soluble, l'alcool le précipite. Après plusieurs cristallisations, le phtalyl est pur, quoique un peu coloré en jaune; il est probable cependant qu'avec de la patience on pourrait l'obtenir incolore. L'analyse élémentaire donne la formule $C_8H_4O_2$; la combustion doit être faite avec beaucoup de soin avec un long tube rempli d'oxyde de cuivre et dans un courant d'oxygène non interrompu, le phtalyl se décomposant très-difficilement.

Analyses.

I. Substance ,2187 sublimée une fois, cristallisée de phénol deux fois, séchée à 200°; acide carbonique ,5720; eau ,0617.

II. Substance ,2143 sublimée deux fois et recristallisée de phénol, séchée à 140°, CO_2 ,5629; H_2O ,0618.

III. Substance ,2308 sublimée une fois et cristallisée deux fois de phénol, séchée à 150°, CO_2 ,6130; H_2O ,0649.

	I.	II.	III.	$C_8H_4O_2$
C	71,3	71,63	72,43	72,73
H	3,13	3,20	3,12	3,03

Le phtalyl est insoluble dans l'eau, très-peu dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le sulfure de carbone et tous les carbures d'hydrogène. Les seuls dissolvants sont l'acide phénique à chaud et l'acide sulfurique concentré à froid. Il fond au-dessous de 300°, sublime et distille.

Le rendement en phtalyl n'est pas très-satisfaisant, vu

qu'on n'obtient que 18,4 % de phtalyl, la théorie demandant 65 %.

De la sublimation du phtalyl à l'air.

Lorsqu'on chauffe sur un bain de sable du phtalyl placé au fond d'un verre recouvert d'une feuille de papier à filtrer et d'un verre de montre renversé, on remarque quatre sublimés différents ; dans le verre de montre se déposent des cristaux d'acide phtalique anhydre, sur le papier des aiguilles oranges-rouges, molles, très-solubles dans l'alcool formées d'acide phtalique anhydre, imprégnées d'une résine, et au fond du verre des aiguilles et des feuilles orangées de phtalyl, les aiguilles proviennent du phtalyl qui a distillé et non sublimé. Il ressort de là que le phtalyl s'oxyde à l'air, car il n'y a pas de décomposition semblable dans une atmosphère d'acide carbonique.

Constitution du phtalyl.

La formation des radicaux des acides monobasiques ne peut avoir lieu que d'une seule manière. Exemple :

$$2\,C_6H_5COCl + 2\,Na = 2\,NaCl + C_6H_5CO - COC_6H_5.$$

Pour les acides bibasiques, au contraire, on ne peut pas savoir à priori combien de molécules se joindront les unes aux autres. Ainsi, pour l'acide phtalique, le cas le plus simple serait :

$$C_6H_4\begin{cases}COCl\\COCl\end{cases} + 2\,Ag = 2\,AgCl + C_6H_4\begin{cases}CO\\CO\end{cases}>$$

et c'est ce corps que je croyais obtenir par cette réaction.

Mais on pourrait obtenir tout aussi bien :

$$2\left(C_6H_4\begin{cases}COCl\\COCl\end{cases}\right)+4\,Ag=4\,AgCl+C_6H_4\begin{cases}CO-CO\\CO-CO\end{cases}C_6H_4$$

ou

$$3\left(C_6H_4\begin{cases}COCl\\COCl\end{cases}\right)+6\,Ag=6\,AgCl+C_6H_4\begin{cases}CO-CO\\CO\quad CO\end{cases}C_6H_4$$

$$\begin{matrix}\backslash & / \\ CO & CO \\ \multicolumn{2}{c}{C_6H_4}\end{matrix}$$

$$n\left(C_6H_4\begin{cases}COCl\\COCl\end{cases}\right)+2n\,Ag=2n\,AgCl+n\left(C_6H_4\begin{cases}CO\\CO\end{cases}\right)$$

La manière la plus simple de se rendre compte de la complication de la molécule serait de déterminer la densité de vapeurs de ce corps; mais cette méthode ne peut pas être employée pour le phtalyl, parce que ce corps est très-peu volatil, et secondement parce qu'il se décompose partiellement à son point d'ébullition. Il faut donc recourir à l'étude des corps qui en dérivent, et cette étude m'a conduit à admettre la formule

$$C_6H_4\begin{cases}CO-CO\\CO-CO\end{cases}C_6H_4,$$

sur laquelle je reviendrai à la fin de ce travail.

Action des alcalis sur le phtalyl.

Si l'on chauffe à 100° pendant quelques heures dans un tube scellé à la lampe du phtalyl, en présence d'eau et de soude, en ayant soin de ne fermer le tube qu'après refroidissement et en observant la température du laboratoire, le phtalyl se dissout en partie, et l'on obtient un liquide coloré en brun foncé; si l'on ouvre le tube sous l'eau, on voit qu'il s'y est produit un vide assez considérable; il y a donc eu absorption d'oxygène.

A froid, les alcalis n'ont point d'action sur le phtalyl et

ne le dissolvent point. J'ai donc chauffé, dans une capsule en porcelaine, à ébullition modérée, du phtalyl avec une solution étendue de soude. Au bout de quelques heures j'ai filtré du phtalyl non attaqué et précipité l'acide par HCl. On a un précipité volumineux jaunâtre soluble dans l'eau, qu'on lave avec un peu d'alcool qui enlève une minime quantité de résine.

A la combustion les mêmes précautions que pour le phtalyl sont nécessaires.

L'analyse a donné les résultats suivants :

I. Subst. séchée à 120° ,2455 ; CO_2 ,6015 ; H_2O ,0795
II. Subst. séchée à 140° ,2317 ; CO_2 ,5602 ; H_2O ,0732

	I.	II.	Calculé pour $C_{16}H_{10}O_5$
C	66.81	65.9	68.0
H	3.59	3.5	3.5

Ce même acide se forme lorsqu'on fait agir le sodium sur le phtalyl en suspension dans de l'alcool ordinaire.

Substance séchée à 150° ,2254 ; CO_2 ,5420 ; H_2O ,0734

C	65.6
H	3.6

Cet acide est très-peu soluble dans l'alcool, l'éther, le chloroforme, le carbure d'hydrogène, bien dans le phénol à chaud, dans les alcalis et les carbonates; il fond au-dessus de 300° en se décomposant en phtalyl, en acide phtalique anhydre et en un autre acide, sur lequel je reviendrai plus loin.

Sec il forme une poudre blanche excessivement légère sans forme cristalline distincte. Voulant en obtenir des sels, je le dissolvai dans de l'ammoniaque et chauffai au bain marie pour chasser l'excès de NH_3, mais je m'aperçus qu'il se déposait un corps cristallin, aiguilles jaunâ-

tres, qui ne se dissolvait plus à froid dans les alcalis. A l'analyse ce corps a donné les chiffres du phtalyl :

Substance séchée à 140° ,2175 : CO_2 ,5680 ; H_2O ,0679

Calculé pour $C_6H_4 \left\{ \begin{matrix} CO—CO \\ CO—CO \end{matrix} \right\} C_6H_4$

C	71.26	72.73
H	3.4	3.03

et en avait toutes les propriétés fondant au-dessus de 300°, sublimant en feuilles jaunâtres et régénérant l'acide précédent par la cuisson avec NaOH.

Le liquide neutre filtré de ce corps fut additionné de nitrate d'argent et laissé à lui-même pendant la nuit ; le lendemain l'argent avait été réduit, et ayant extrait avec de l'éther, j'obtins un peu d'un acide fondant vers 250°. Cette réduction de nitrate d'argent me faisant croire que cet acide était en réalité un aldéhyde acide, je cherchai à obtenir une combinaison avec le bisulfite acide de soude, sans y réussir.

La baryte ne donne pas de sel, mais oxyde ce corps en le transformant en acide diphtalique.

En cuisant cet aldéhyde acide avec du carbonate de zinc en suspension dans l'eau, on obtient aussi du diphtalate de zinc.

L'acide séparé de ce sel n'est plus l'acide primitif, il fond vers 265°, et donne à l'analyse : substance séchée sur l'acide sulfurique ,2349 ; CO_2 ,5523 ; H_2O ,0787.

Calculé pour $(C_8H_5O_2)_2$

C	64.12	64.4	acide diphtalique.
H	3.72	3.4	

Enfin j'essayai le sel de soude, à cet effet je dissolvai l'acide dans du carbonate de soude, et évaporai à siccité ;

je repris la masse par l'alcool ordinaire qui dissout le sel, évaporai, repris de nouveau par l'alcool et évaporai de nouveau à siccité, puis je le digérai avec de l'alcool absolu, une portion s'y dissout, mais la plus grande partie y est insoluble. La portion dissoute fut évaporée sur l'acide sulfurique dans le vide; à l'analyse elle a donné des résultats ne concordant pas entre eux.

Ce sel soluble dans l'alcool absolu, je voulus le dissoudre dans l'eau; une partie ne se dissout plus, mais bien dans les alcalis et les carbonates, la partie qui se dissout précipitée par HCl donne un acide fondant vers 250°.

La portion du sel primitif non soluble dans l'alcool absolu, précipitée par HCl, donne le même acide fondant vers 250°.

Je n'ai donc pas réussi à préparer un seul sel de cet acide, qui donnât des résultats satisfaisants à l'analyse et des éclaircissements sur sa constitution. Les causes pour lesquelles on ne peut obtenir les sels purs sont: 1° une résine acide soluble dans l'alcool, peu dans l'eau, fondant vers 75°, qui se forme en minime quantité, mais dans toutes les réactions auxquelles on soumet l'acide; 2° la séparation de phtalyl qui a lieu aussi très-facilement; 3° la transformation de l'acide en acide diphtalique par oxydation en présence d'alcalis, si bien qu'il est impossible d'avoir l'acide lui-même pur d'acide diphtalique en l'absence d'une méthode pour les séparer; 4° le fait que l'acide diphtalique lui-même, comme je le montrerai plus tard, s'oxyde aussi en présence d'alcalis et donne naissance à de l'acide phtalique.

Toutes ces raisons montrent que, quoique je n'aie pas réussi à obtenir une combinaison avec le bisulfite de

soude, ce corps doit être un aldéhyde et je le crois formé du phtalyl par une simple addition d'eau.

$$C_6H_4\left\{\begin{matrix}CO-CO\\CO-CO\end{matrix}\right\}C_6H_4+H_2O=C_6H_4\left\{\begin{matrix}COOH\ COH\\CO——CO\end{matrix}\right\}C_6H_4$$

Ce serait l'aldéhyde acide de l'acide diphtalique et cette constitution expliquerait parfaitement la formation de résines, les aldéhydes y donnant souvent lieu, et la régénératon de phtalyl par une simple perte d'eau, quoique la chaleur sèche soit impuissante à la lui enlever. Enfin la formation par oxydation d'acide diphtalique d'abord, puis d'acide phtalique.

$$C_6H_4\left\{\begin{matrix}COOH\ COH\\CO——CO\end{matrix}\right\}C_6H_4+O=C_6H_4\left\{\begin{matrix}COOH\ COOH\\CO——CO\end{matrix}\right\}C_6H_4$$

et

$$\left(C_6H_4\left\{\begin{matrix}COOH\\CO\end{matrix}\right.\right)_2+O+OH_2=2C_6H_4\left\{\begin{matrix}COOH\\COOH\end{matrix}\right.$$

En effet, si l'on cuit du phtalyl avec une solution concentrée d'hydrate de potasse, on obtient d'abord l'aldéhyde acide de l'acide diphtalique, puis l'acide diphtalique, et si l'on continue à chauffer jusqu'à fondre l'acide avec la potasse, après dissolution dans l'eau et acidifiant par HCl, on n'obtient point de précipité, mais l'éther extrait un acide fondant vers 170°, sublimant en aiguilles fondant 127°, donc de l'acide phtalique.

En chauffant quelques heures cet aldéhyde à 180°, il se décompose en phtalyl, acide phtalique anhydre et en un nouvel acide résineux fondant entre 200 — 225° sans sublimer, mais distillant en se décomposant en partie. Les sels alcalins sont solubles, si l'on évapore les solutions on obtient des masses résineuses. Les sels des métaux sont pour la plupart peu solubles, ce sont des précipités floconneux résineux. Je n'ai pu continuer l'étude de ce corps n'en ayant qu'une très-petite quantité.

Action des oxydants sur le phtalyl. Acide diphtalique.

Je viens de montrer qu'on obtenait ce nouvel acide par l'action prolongée des alcalis à chaud sur le phtalyl. Mais on l'obtient plus promptement par l'oxydation au moyen de l'acide nitrique. Tous les autres oxydants sont sans effet sur lui, à cause de l'insolubilité du phtalyl, excepté le peroxyde de manganèse et l'acide sulfurique qui agissent lentement et imparfaitement. Pour l'obtenir en quantité assez grande pour pouvoir en faire l'étude, il faut se servir d'acide nitrique concentré additionné d'un peu d'acide sulfurique, qui accélère la réaction, et bien pulvériser le phtalyl. On chauffe légèrement jusqu'à ce qu'il ne se forme plus que peu de vapeurs rutilantes et que le phtalyl avec sa couleur orangée se soit transformé en une poudre blanche cristalline. On verse dans l'eau, laisse reposer un jour et filtre. On lave avec un peu d'alcool à chaud qui enlève une résine.

J'essayai différentes méthodes pour purifier cet acide sans pouvoir réussir complétement; la meilleure est la précipitation fractionnée d'un sel alcalin, les premiers précipités étant beaucoup plus colorés que les derniers ; le traitement par le charbon animal de la solution d'un sel alcalin réussit mal.

L'acide diphtalique a donné à l'analyse :

I. Subst. séchée à 110°, ,2337; CO_2 ,5370; H_2O ,0753
II. Subst. séchée sur l'acide sulfurique, ,2834; CO_2 ,6505; H_2O ,0880
III. Subst. séchée à 150°, ,2220; CO_2 ,5132; H_2O ,0691
IV. Subst. ,2807 séchée sur l'acide sulfurique, CO_2 ,6415; H_2O ,0887
V. Subst. ,2349 idem, CO_2 ,5523; H_2O ,0787
VI. Subst. ,2460 séch. sur du chlorure de calcium, CO_2, 5744; H_2O ,0843

I, II et III proviennent de l'oxydation du phtalyl par l'acide nitrique lavé par l'alcool, dernière précipitation de trois opérations différentes, l'acide fondant vers 259°. IV provient de l'acide II purifié trois fois par le sel de plomb, il fondait à 260°. V est l'acide séparé du sel de zinc obtenu en cuisant l'aldéhyde acide de l'acide diphtalique avec du carbonate de zinc et fondait à 265° et était parfaitement blanc. VI est l'acide séparé du sel de soude non soluble dans l'alcool absolu, provenant du sel de l'aldéhyde acide diphtalique, fondant vers 250°, voir page 124.

Je dois dire ici de nouveau que le corps est très-stable et qu'on doit user de beaucoup de précautions à la combustion.

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
C	62.66	62.6	63.04	62.68	64.12	63.7
H	3.5	3.4	3.4	3.51	3.7	3.8

Calculé pour $\left(C_6H_4\begin{cases}COOH & COOH\\ CO & \text{———} CO\end{cases}C_6H_4\right)$

C	64.4
H	3.4

L'acide diphtalique est une poudre cristalline, feuilles microscopiques ou aiguilles, presque insoluble dans l'eau, l'alcool et l'éther, peu dans les carbures d'hydrogène, chloroforme, sulfure de carbone, bien dans les carbonates, les alcalis et le phénol, d'où il cristallise en fines aiguilles jaunâtres. Pur, il fond à 265°, impur entre 245° et 260°; il émet immédiatement des bulles et il sublime de l'acide phtalique anhydre, fondant à 127°. Tenu en fusion pendant une heure à 260°, il s'est complétement transformé en acide phtalique anhydre et en phtalyl. Le produit fut traité à chaud par l'eau pour enlever l'acide phtalique, il reste des aiguilles incolores solubles seulement dans le

phénol, d'où ce corps est précipité par l'alcool, fondant au-dessus de 300° et donnant à l'analyse le résultat suivant :

Substance séchée à 100° ,2415 ; CO_2 ,6409; H_2O ,0699

	Trouvé	Calculé pour $\left(C_6H_4\begin{cases}CO\\CO\end{cases}\right)_2$
C	72.3 %	72.7
H	3.2	3.03

Donc, l'acide diphtalique tenu en fusion se décompose suivant la formule :

$$2\left(C_6H_4\begin{cases}COOH\ COOH\\CO \text{———} CO\end{cases}C_6H_4\right) = C_6H_4\begin{cases}CO-CO\\CO-CO\end{cases}C_6H_4 +$$
$$+ 2\, C_6H_4\begin{cases}CO\\CO\end{cases}>O + 2\, H_2O$$

Sels de l'acide diphtalique.

Sel d'*argent*. On l'obtient en ajoutant du nitrate d'argent à une solution concentrée de diphtalate de NH_3, il se dépose lentement des cristaux, aiguilles réunies en faisceaux, qu'on recristallise dans l'eau où elles sont assez solubles à chaud. A l'analyse il a donné les résultats suivants :

I. Substance séchée sur acide sulfurique ,1080; Ag. ,0456
II. Autre préparation, subst. séchée à 110° ,2052 ; Ag. ,0852
III. Le même sel séché à 115°, légèrement noirci ;
Substance ,2810 ; CO_2 ,3751 ; H_2O ,0456) Ag. ,1175.

	I.	II.	III.	Calculé pour $(C_8H_4O_3\ Ag.)_2$
C			36.4	37.5
H			1.8	1.56
Ag.	42.22	41.5	41.8	42.1

Le sel de soude s'obtient en dissolvant l'acide diphtalique dans du carbonate de soude, évaporant à siccité, reprenant par alcool dans lequel il est soluble, évaporant

de nouveau et le soumettant encore une fois à cette opération, on l'obtient sous forme de masse orange hygroscopique. Le sel de potasse s'obtient de la même manière, il est encore plus hygroscopique que celui de soude.

Le sel de baryte s'obtient en dissolvant à froid l'acide dans une solution de baryte, précipitant l'excès par CO^2, expulsant l'acide carbonique en solution sous la pompe pneumatique, filtrant et évaporant à siccité dans le vide, on l'obtient sous formes de paillettes cristallines très-solubles dans l'eau, pas dans l'alcool. A l'analyse il a donné :

Substance séchée sur l'acide sulfurique dans le vide :

,3056 ; CO_2 ,4233 ; H_2O ,0743 ; CO_2BaO ,1292.

		Calculé pour $C_{16}H_8O_6Ba+2$ Aq.
C	40.32	40.9
H	2.7	2.5
Ba	29.4	29.2

On ne peut pas enlever l'eau de cristillisation par la chaleur, le sel se décomposant, et il faut se garder de chauffer la solution du sel de baryte, sinon on obtient de mauvais résultats par le fait de l'oxydation de l'acide diphtalique en acide phtalique.

Ainsi j'ai obtenu :

	I.	II.	III.	IV.	V.	$C_{16}H_8O_6Ba+2$Aq.	$C_8H_4O_4Ba$
C		38.8			35.78	40.9	31.8
H		2.55			2.55	2.5	1.3
Ba	38.57	32.0	33.04	33.4	33.08	29.2	45.5

Le diphtalate de cuivre s'obtient par le diphtalate de NH_3 et le sulfate de cuivre ; précipité blanc, volumineux, insoluble dans l'eau.

Le sel de plomb s'obtient de la même manière par l'acétate. C'est un précipité blanc insoluble.

Je n'ai pas réussi à obtenir un sel de baryte acide.

Action de la potasse caustique sur l'acide diphtalique.

Si l'on traite de l'acide diphtalique par une solution concentrée de potasse à l'ébulition, au bout de peu de temps HCl ne produit plus de précipité, l'éther extrait un acide, fondant vers 170° donnant un sublimé d'acide phtalique anhydre. Je l'ai analysé.

Substance séchée à 100° ,2684; CO_2 ,5724; H_2O ,1021

		$C_8H_6O_4$ acide phtalique.
C	58.1	57.8
H	4.2	3.6

De même, si l'on cuit l'acide avec de la soude diluée, on obtient un peu d'acide phtalique.

Les *oxydants,* l'acide nitrique en particulier, l'oxydent en acide phtalique.

$$C_6H_4\begin{cases}COOH\ COOH\\CO\text{———}CO\end{cases}C_6H_4+O+OH_2=2\,C_6H_4\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases}$$

L'*acide sulfurique* concentré dissout l'acide diphtalique; si l'on chauffe peu de temps et verse dans l'eau, on obtient l'anhydride de l'acide diphtalique, il fond à 228° et régénère l'acide lentement en cuisant avec de l'eau, mieux encore avec de la soude diluée. Chauffe-t-on plus longtemps, l'acide diphtalique se décompose, on n'obtient pas de corps renfermant S.

Le *brome* dissout l'acide diphtalique à froid; si l'on évapore la solution il ne s'échappe pas de HBr et le corps qu'on obtient ne renferme pas Br; c'est l'acide diphtalique.

Action du perchlorure de phosphore sur le phtalyl.

J'ai chauffé dans un tube scellé au chalumeau 1 équivalent de phtalyl et 2 équivalents de $PhCl_5$ à 160°;

5 heures ont suffi pour achever la réaction qui est encore facilitée par une addition de $PhOCl_2$. La pression dans le tube était assez forte, à l'ouverture il s'échappe du gaz HCl, le phtalyl a disparu, on a une liqueur brune claire et des cristaux blancs: j'ai versé la liqueur dans l'eau, $PhOCl_3$ se décompose et l'on obtient une résine jaune brunâtre qui ne se dissout pas dans l'eau, à peine dans l'alcool, la soude la dissout avec une couleur verte, HCl la reprécipite. Les cristaux sont insolubles dans l'eau, à peine dans l'alcool, bien dans le benzol, d'où ils cristallisent sous forme de tablettes hexagonales, blanches, fondant à 248°, se reprenant à 196° pour refondre à 233°. Ce corps sublime peu, mais distille incolore et se reprend en cristaux par le refroidissement; il donne aussi une huile ayant l'odeur de chlorbenzoyl. Traité par la soude concentré, il se résine.

Pour l'obtenir, je verse donc tout le contenu des tubes dans l'eau petit à petit, ayant soin d'éviter une trop grande élévation de température et en remuant constamment, je laisse reposer un jour, filtre et lave à chaud. Je reprends par le benzol, qui laisse du phtalyl indissout et fait cristalliser. Il se dépose d'abord des aiguilles jaunâtres de phtalyl, je filtre de nouveau, on voit alors se former des tables rhomboïdales, et presque en même temps de fines aiguilles ressemblant au phtalyl, mais renfermant un peu de chlore, fondant vers 245° et un peu plus soluble dans le benzol que les tablettes hexagonales. N'ayant pu en obtenir jusqu'à présent en assez grande quantité pour une analyse, je ne saurais dire si c'est un corps particulier ou seulement du phtalyl impur. Après plusieurs cristallisations du benzol, on obtient les tablettes parfaitement incolores d'un blanc mat.

A l'analyse, j'ai obtenu des chiffres correspondants à la formule $\left(C_6H_3Cl\begin{Bmatrix}CO\\CO\end{Bmatrix}\right)_2$ c'est un produit de substitution dans lequel un H du noyau aromatique a été remplacé par un Cl.

Analyses : I. substance séchée sur l'acide sulfurique ,1702; AgCl ,1465. L'analyse a été faite d'après la méthode de Carius, il faut élever la température au moins jusqu'à 200° et la maintenir pendant 24 heures. II. substance séchée sur l'acide sulfurique ,2062; CO_2 ,4346; H_2O ,0650.

	I.	II.	Calculé pour $\left(C_6H_3Cl\begin{Bmatrix}CO\\CO\end{Bmatrix}\right)_2$
C		57.4	57.65
H		3.5	1.8
Cl	21.32		21.32

Ce corps fut chauffé avec une solution alcoolique concentrée de potasse, il s'y dissout, il se forme bientôt du KCl; après filtration j'ai évaporé à siccité, lavé froid avec un peu d'eau et dissout dans NaOH dilué, l'acide chlorhydrique donne un précipité formé de tablettes hexagonales microscoqiques peu solubles dans l'alcool, pas dans l'eau, bien dans le benzol, fondant vers 250° en se noircissant et donnant un sublimé de fines aiguilles. Il ne renferme pas de chlore.

Ce corps peut avoir la formule :

$$\left(C_6\,H_3\,OH\begin{Bmatrix}CO\\CO\end{Bmatrix}\right)_2$$

par une simple substitution de Cl par OH ou bien, si la potasse a sur lui la même action oxydante que sur le phtalyl :

$$C_6H_3OH \begin{Bmatrix} COOH & COH \\ CO & —CO \end{Bmatrix} C_6H_3OH$$

ou

$$C_6H_3OH \begin{Bmatrix} COOH & COOH \\ CO & —CO \end{Bmatrix} C_6H_3OH.$$

J'avais trop peu de matière à ma disposition pour décider quelle est la formule qui lui revient.

Mais il est remarquable que le chlore soit facilement enlevé du noyau aromatique.

Action du brome sur le phtalyl.

Le brome agit aussi comme substituant sur le phtalyl, il le dissout à froid, si l'on chauffe, il s'échappe HBr et l'on obtient une masse qui, dissoute dans le benzol, donne d'abord à la cristallisation un peu de phtalyl non attaqué, puis des tables hexagonales mélangées d'aiguilles; ces tables hexagonales qu'on sépare des aiguilles par plusieurs cristallisations répétées n'ayant donné à l'analyse des résultats trop bas, je pensai que le corps analogue à $(C_8H_5ClO_2)_2$ pourrait être mélangé à un corps, où dans le phtalyl un seul H aurait été substitué par Br.

Pour vérifier cette hypothèse qui aurait prouvé la constitution du phtalyl, j'ai renfermé dans un tube un équivalent de phtalyl et 2 équivalents de Br. en présence d'eau et chauffai au bain-marie jusqu'à complète disparition du brome. En ouvrant le tube, il y a peu de pression, mais en évaporant à siccité, il s'échappe beaucoup de HBr; il reste un corps qui dissout dans le benzol, donne outre un peu de phtalyl des tablettes hexagonales blanches qui après plusieurs cristallisations ont donné à l'analyse des chiffres correspondants à la formule :

$$C_6H_3Br \begin{Bmatrix} CO-CO \\ CO-CO \end{Bmatrix} C_6H_4.$$

Substance séchée sur l'acide sulfurique ,3076 ; Ag.Br ,1706.

	Trouvé	Calculé pour $C_{16}H_7O_4$ Br
Br	23.6 %	23.3

Donc le phtalyl a bien la formule double

$$C_6H_4 \begin{Bmatrix} CO-CO \\ CO-CO \end{Bmatrix} C_6H_4,$$

et non la formule simple

$$C_6H_4 \begin{Bmatrix} CO \\ CO \end{Bmatrix} >$$

ni une formule triple.

Une solution de potasse dans l'alcool agit à chaud sur ce corps. Il y a formation de BrK.

Les agents de réduction paraissent sans action sur le phtalyl, ni le zinc et l'acide chlorhydrique, ni l'acide jodhydrique concentré n'agissent sur lui.

L'acide sulfurique concentré dissout à froid le phtalyl avec couleur brune, l'eau le reprécipite intact, il n'en est pas de même, si l'on chauffe ; au bout d'un certain temps, sans qu'il soit nécessaire d'élever la température jusqu'au point d'ébulition de l'acide, l'eau ne précipite plus rien ; neutralisant par la baryte, faisant passer un courant de CO_2, filtrant après avoir chauffé pour chasser l'excès de CO_2, et évaporant à siccité, on obtient un sel coloré en rouge brun très-soluble dans l'eau ayant la formule :

$$\left(C_6H_3SO_3 \begin{Bmatrix} CO \\ CO \end{Bmatrix}\right)_2 Ba.$$

L'acide séparé du sel de baryte n'a pu être amené à cristallisation, il est fort soluble dans l'eau, l'alcool, et lorsqu'on évapore les solutions, il reste un sirop épais brun.

Si l'on chauffe du phtalyl avec du zinc en poudre dans un tube à combustion, on obtient un produit résineux visqueux ayant une forte odeur de diphényl, mais duquel je n'ai pas réussi à obtenir un corps bien défini ; il est soluble dans l'alcool ainsi que dans l'éther, le benzol ; l'eau le précipite de sa solution alcoolique.

Résine provenant du traitement par l'alcool des produits de l'action d'Ag. sur le chlorure de l'acide phtalique.

Cette résine qui fond déjà au-dessous de 100°, presque insoluble dans l'eau, fut traitée par le carbonate de soude; il reste non dissout du phtalyl impur et une résine soluble dans l'alcool d'où l'eau la précipite, soluble dans l'éther, sans caractère acide, renfermant 70 °/₀ de carbone et 4 °/₀ d'hydrogène, plus riche en H par conséquent que le phtalyl.

La partie soluble dans une solution carbonate de soude fut précipitée par HCl séchée et traitée par l'alcool qui dissout une résine acide. Il reste un acide qui est presque insoluble et qui avait toutes les propriétés de l'acide diphtalique, il a donné des résultats concordants à l'analyse, il fondait à 250°.

Substance ,2520; CO_2 ,5817; H_2O ,0891

		$C_{16}H_{10}O_6$
C	62.9	64,4
H	3.9	3.4

Cet acide provient-il d'une oxydation du phtalyl au dépens d'une autre molécule de phtalyl qui serait réduite et donnerait la résine dont j'ai parlé plus haut. Je ne le crois pas, car cette résine renferme autant d'oxygène que le phtalyl, je crois plutôt que cet acide diphtalique pro-

vient de l'action de l'argent moléculaire sur un monochlorure de l'acide phtalique qui aurait cette constitution :

$$C_6H_4 \begin{Bmatrix} COCl \quad\; COCl \\ COOH + COOH \end{Bmatrix} C_6H_4 + 2\,Ag. =$$

$$= C_6H_4 \begin{Bmatrix} CO \text{———} CO \\ COOH \quad COOH \end{Bmatrix} C_6H_4 + 2AgCl$$

ou mieux

$$C_6H_4 \begin{Bmatrix} COCl \quad COCl \\ CO—O—CO \end{Bmatrix} C_6H_4 + 2\,Ag. = 2\,AgCl +$$

$$+ C_6H_4 \begin{Bmatrix} CO \text{———} CO \\ CO—O—O \end{Bmatrix} C_6H_4$$

anhydride qui par l'action de l'eau donnerait l'acide diphtalique.

Pour vérifier cette hypothèse, j'ai chauffé deux jours à ébullition modérée un équivalent d'acide phtalique avec un peu plus d'un équivalent de $PhCl_5$. Le ballon était rempli de cristaux d'anhydride phtalique ; ayant versé le liquide dans une cornue, je distillai l'oxychlorure de phosphore, fis passer un courant de CO_2, puis distillai à flamme nue. J'obtins un liquide qui refroidi à 0° cristallisa presque entièrement ; ayant décanté, je laissai les cristaux à la température du laboratoire, ils fondirent presque entièrement laissant seulement quelques aiguilles d'anhydride ; je fis de nouveau cristalliser, et étendis sur du papier à filtrer sous un exiccateur dans la cave. J'obtins ainsi de petites feuilles allongées blanches fondant à 17° et qui m'ont donné à l'analyse les résultats suivants :

I.	Substance	,2168	Ag.Cl	,2249		
II.	»	,2718	Ag.Cl	.2898		
III.	»	,2854	CO_2	,5166	H_2C	,0511

	I.	II.	III.	Calculé pour $C_8H_5O_3Cl$	Calculé pour $C_8H_4O_2Cl_2$	Calculé pour $C_{16}H_8O_5Cl_2$
C	—	—	49.3	52.0	47.2	54.7
H	—	—	1.9	2.7	1.9	2.2
Cl	25.6	26.4	—	19.2	34.97	20.2

Ces chiffres correspondent presqu'exactement à un mélange ou combinaison d'une molécule de monochlorure et d'une molécule de binchlorure,

en effet		$C_8H_5O_3Cl + C_8H_4O_2Cl_2$	Trouvé
demandent	C	49.6	49.3
	H	2.2	1.9
	Cl	27.4	26.3

Ce corps traité par de l'argent moléculaire donne en effet de l'acide diphtalique et du phtalyl. Je me crois donc autorisé à dire que le monochlorure de l'acide phtalique existe, quoique je n'ai pas réussi à l'isoler.

En faisant digérer du chlorure soit avec de l'acide anhydre soit avec l'acide lui-même, je n'ai pas obtenu de monochlorure. Dans le premier essai, il n'y a point eu de réaction et dans le second je n'ai obtenu que de l'anhydride phtalique.

$$C_6H_4\begin{cases}COCl\\COCl\end{cases} + C_6H_4\begin{cases}COOH\\COOH\end{cases} = 2\,C_6H_4\begin{cases}CO\\CO\end{cases}>O + 2\,HCl.$$

La résine acide soluble dans l'alcool qui est mélangée avec l'acide diphtalique est en minime quantité, je la traitai par l'eau où elle est fort peu soluble ; il se dépose par refroidissement un acide cristallin blanc s'attachant aux parois du vase ; il fond vers 240° en se décomposant et il sublime de l'acide phtalique anhydre (128°).

Les analyses n'ont pas donné des résultats se rapportant à une formule déterminée.

Moyenne de trois analyses concordant entre elles :

	Trouvé	$C_{24}H_{16}O_6$	$C_{16}H_{12}O_3$
C	71.6	72.0	67.6
H	4.1	4.0	4.2

Le sel d'argent obtenu par le sel de NH_3 dissout dans l'alcool et le nitrate d'argent est un précipité volumineux, jaune-brun, soluble dans l'eau, mais se décomposant facilement et immédiatement si l'on chauffe, avec réduction d'argent; l'éther enlève un acide fondant à 90° pour redevenir immédiatement solide et refondant à 260°.

Ce sel a donné à l'analyse :

I. Substance ,2774; CO_2 ,3884; H_2O ,0548; Ag ,1172
II. « ,3852; Ag ,1648;

	I.	II.	Calculé pour $C_{16}H_{10}O_5Ag_2$	$C_{24}H_{12}O_6Ag_2$
C	38.2		38.5	39.9
H	2.19		2.0	1.8
Ag	42.2	42.7	43.3	44.9

Le sel de baryte, très-soluble dans l'eau, obtenu en dissolvant l'acide par la baryte, faisant passer un courant de CO_2, chauffant pour chasser l'excès, filtrant et évaporant à siccité dans le vide, forme des tablettes blanches qui ont donné à l'analyse :

I. Substance ,2156 ont perdu chauffés à 120° pendant 10 heures ,0110, le sel s'était coloré en brun, par conséquent un peu décomposé.
II. Subst. ,2289 séchée sur l'acide sulfurique, SO_4Ba ,1215.

	I.	II.	$C_{16}H_{10}O_5Ba+Aq$	$(C_{24}H_{12}O_6)_2Ba_3+3Aq$
Ba		31.2	31.3	32.6
Aq	5.1		4.1	4.3

La formule $C_{16}H_{12}O_5$ concorde bien avec les sels; la constitution de cet acide serait alors :

$$C_6H_4\left\{\begin{matrix}COOH & COOH\\ CH_2 \text{———} & CO\end{matrix}\right\}C_6H_4.$$

La formule $C_{24}H_{16}O_6$ par contre se rapproche beaucoup des résultats donnés par l'analyse de l'acide lui-même, et l'on pourrait être tenté de l'accepter, si l'on considère que :

$$\underset{\text{Acide diphtalique.}}{4C_{16}H_{10}O_6} + \underset{\text{Phtalyl.}}{3C_{16}H_8O_4} = \underset{\text{Nouvel acide.}}{2C_{24}H_{16}O_6} + \underset{\text{Anhydre phtalique.}}{8C_8H_4O_3}$$

et qu'il se forme toujours des quantités considérables d'anhydride phtalique (25 °/₀) lors de l'action de l'argent sur le chlorure phtalique, mais alors on ne voit pas bien comment cet acide serait tribasique.

SUR

LA MARCHE D'INTENSITÉ

DES

COURANTS D'INDUCTION VOLTAIQUE

PAR

M. SELIM LEMSTRÖM

Professeur agrégé de l'Université d'Helsingfors (Finlande).

Mémoire présenté à l'Académie royale des Sciences de Suède, le 12 mai 1869 [1]

(Extrait communiqué par l'auteur.)

I.

Les effets d'un courant électrique peuvent être rapportés à deux groupes différents dont l'un comprend les effets *galvanométriques* et *chimiques*, l'autre les effets *électro-dynamiques*, *thermiques*, *magnétiques*, *physiologiques* et enfin purement *mécaniques*.

Si un courant électrique de courte durée passe par un galvanomètre, la déviation sera proportionnelle à la quantité d'électricité produite pendant le temps qu'a duré le courant, i signifiant l'intensité du courant ou la quantité d'électricité produite dans *l'unité de temps*, par exemple, une seconde, et t le temps de la durée du courant, cette déviation est représentée par :

$$k\int_0^t i\,dt \qquad (1)$$

[1] Voyez les *Actes de l'Acad. royale des Sciences de Suède*, tome VIII, n° 6. Les recherches ont été exécutées au cabinet de physique de l'Académie à Stockholm. Le directeur de cet établissement, M. Edlund, a bien voulu me prêter le concours de ses conseils et de sa riche expérience qui ont beaucoup contribué aux résultats de ce travail.

Mais en faisant passer un pareil courant par un électro-dynamomètre, la déviation doit être représentée par :

$$(2) \qquad k\int_0^t i^2 dt$$

Les deux groupes sont caractérisés par ces formules (1) et (2). — Si l'on cherche à déterminer par ces équations l'intensité, par exemple, d'un courant induit dont on a mesuré *la déviation totale* sur un galvanomètre et un électro-dynamomètre, on obtient pour elle une valeur conforme à *l'intensité moyenne* du temps qu'a duré le courant.

Si l'on interrompt, au contraire, le courant induit à un moment quelconque de sa durée, on obtient aussi une déviation proportionnelle à la quantité d'électricité, mais seulement à celle qui a été produite depuis le commencement du courant jusqu'à l'interruption. En continuant d'interrompre le courant à des intervalles différents, on obtient une série de déviations qui représentent les quantités d'électricité développées pendant des temps correspondants, i^0, i', i'', etc., signifiant les intensités moyennes du courant pendant les temps t^0, t', t'', etc. Ces déviations peuvent être représentées par les produits:

$$i^0t^0,\ i't',\ i''t'',\ \text{etc.}$$

En mesurant aussi les temps correspondants, on obtient un moyen de *déterminer les variations de l'intensité,* car si dans un système de coordonnées rectangulaires, on marque sur l'axe des abscisses les temps mesurés, et représente par des ordonnées correspondantes les déviations du courant induit, on aura une série de points dans le plan des coordonnées dessinant une courbe

qui montre la loi des quantités d'électricité développées.

Cette courbe tracée, si y^o, y', y'', etc., marquent ses ordonnées, on aura: $i^o t^o = y^o$, $i' t' = y'$ $i'' t'' = y''$, etc., où i^o, i', i'', etc., signifient les *intensités moyennes*, comme nous l'avons déjà dit.

Pour obtenir les intensités réelles, on procède de la manière suivante, en prenant pour point de départ la première équation :

(1) $$i^o t^o = y^o$$

où i^o peut sans faute être considéré comme représentant l'intensité réelle, si t^o est assez petit, on donne à t^o un petit accroissement Δt, et en désignant par i' l'intensité moyenne dans ce petit intervalle de temps et par y' la quantité d'électricité développée, on obtient:

(2) $$i^o t^o + i' \Delta t = y'$$

En soustrayant l'équation (1) de l'équation (2), on aura:

$$i' \Delta t = y' - y^o$$

et par conséquent

$$i' = \frac{y' - y^o}{\Delta t}$$

Plus Δt est petit, plus les variations que i' subit deviennent petites, et si Δt est assez petit, on peut sans faute considérer i' comme correspondant au temps $t^o + \frac{\Delta t}{2}$, ou si $\Delta t = t' - t^o$, ce temps sera $= \frac{t^o + t'}{2}$.

De cette façon on obtient une série infinie de valeurs pour l'intensité, et celle-ci peut alors être représentée par la courbe des points ayant pour abscisses les temps et pour ordonnées les valeurs de i. Il est facile de voir que l'aire comprise entre cette courbe et l'axe des abscisses est égale a it et que $i^o t^o$, $i' t'$, etc., ou y^o, y', y'', etc., répondent à des parties différentes de cette surface.

II.

• Cette méthode a été appliquée par moi à la détermination de la marche d'intensité des courants d'induction voltaïque, et voici les appareils que j'ai employés:

1° Un galvanomètre consistant en un magnétomètre de Weber avec multiplicateur, modifié de la manière imaginée par M. Edlund, c'est-à-dire avec une paire d'aiguilles presque complétement astatiques, suspendue à un fil d'argent, dont la torsion fait la force directrice. Les déviations furent lues au moyen de miroir et d'échelle.

2° Une bobine se composant *de deux fils de cuivre isolés, enroulés parallèlement* en deux couches contenant 79 tours. Le diamètre de la couche des fils extérieurs mesurait $134^{mm},3$ et l'épaisseur du fil, indépendamment de la soie, était $0^{mm},5$. L'un des fils était le circuit inducteur, l'autre le circuit induit.

3° *Le courant inducteur* fut produit par une pile de 8 éléments de Bunsen, de la construction ordinaire avec des charbons prismatiques entourés d'acide azotique concentré.

4° Pour produire les fermetures et les interruptions nécessaires du courant inducteur ainsi que du courant induit, j'employai la bascule [1] galvanique de Helmholtz. Au moyen de cet instrument très-soigneusement construit par le mécanicien de l'Académie à Stockholm, il m'a été possible de faire les opérations suivantes :

a) Fermer le courant inducteur et aussitôt après interrompre le courant induit à des intervalles de temps différents.

[1] Dans le Mémoire j'ai employé le nom de balançoire.

b) Interrompre le courant inducteur et aussitôt après le courant induit qui en provient, également à des intervalles de temps différents.

c) Faire circuler un courant galvanique direct par les mêmes contacts de fermeture et d'interruption employés dans les deux moments précédents et pendant un temps égal à celui qu'a duré le courant induit. Ce dernier courant, qui était ordinairement produit par quatre paires de Daniel, servait à obtenir une mesure relative des différentes durées du courant induit.

Il faut que je passe ici sur la description de cet instrument ingénieux et sur toutes les modifications qu'il a dû subir, ainsi que sur toutes les difficultés que j'ai eues à vaincre avant que les résultats eussent atteint la sûreté nécessaire, et je renvoie le lecteur au mémoire même, dans lequel j'ai donné toutes les dates, de manière qu'on puisse, non-seulement suivre les recherches, mais aussi en contrôler à chaque instant les résultats. Le mémoire en est devenu un peu long et difficile à lire, et c'est pourquoi j'ai fait cet abrégé qui en donnera un aperçu [1].

[1] Il y a dans le Mémoire des *errata* qui sont corrigés ici :

Page	19,	ligne 14,	*au lieu de*	$l\frac{s'M+m}{sM'+m}$	*lisez*	$l\frac{s'(M+m)}{s(M'+m)}$
»	17,	» 30,	»	de l'électromètre,	»	du galvanomètre.
»	20,	» 6,	»	2	»	3
»	20,	» 39,	»	4	»	1
»	67,	» 9,	»	$y=ax+bx^2+-Cx+^2$, etc.	»	$y=ax+bx^2+Cx^3$, etc.
»	73,	l'ordre des séries,	»	XI, XII, XIII,	»	XII, XIV, XI.
»	74,	» 1,	»	XIV,	»	XIII.
»	76,	» 24,	»	courbe *klmn* et *kl'm'n'*	»	courbe *xyzö* et *xy'z'ö'*.
»	80,	» 21,	»	XI,	»	XII.

Les instruments susdits furent employés de la manière suivante : — L'un des fils de la pile fut conduit à la bascule, l'autre à l'un des fils de la bobine dont le bout opposé fut aussi relié à la bascule au moyen de laquelle on pouvait fermer ou interrompre le courant inducteur suivant qu'on voulait avoir le courant induit inverse ou direct.

Le second fil de la bobine fut relié d'un bout au galvanomètre et de l'autre à la bascule à laquelle on attacha aussi l'autre fil du galvanomètre, de sorte, que le circuit induit pouvait être interrompu à volonté.

Pour mesurer les intervalles de temps pendant lesquels le courant induit avait duré, je conduisais un courant galvanique direct d'une pile au galvanomètre de manière que ce courant agissait pendant le même intervalle de temps.

Ce courant sera appelé dorénavant *courant chronométrique*. Supposons qu'on voulait examiner le courant de fermeture : le courant inducteur était fermé et au même instant le courant induit interrompu. La déviation qu'on observait au galvanomètre montrait la quantité d'électricité développée par le courant induit, $i^0 t^0$ ou y^0. Pour plus de sûreté, je prenais ordinairement cinq déviations de suite, après quoi le courant chronométrique était introduit et je mesurais dix déviations correspondantes au temps t^0; après cela, je prenais encore cinq déviations du courant induit pour me convaincre que la bascule était restée fixe. Puis par un très-petit mouvement d'une vis de la bascule je changeais la durée du courant induit et je mesurais à l'aide du même procédé la valeur de $i' t'$ ou y' et t', ainsi de suite.

De cette manière j'examinais le courant induit après 8 à 9 différents intervalles de temps. Toutes les déviations de la même série étaient réduites à une seule et même

force du courant, qui pour le courant induit était représentée par la déviation totale qu'on obtenait lorsqu'il agissait sans interruption sur le galvanomètre et pour le courant chronométrique par la déviation totale d'un courant induit, qu'il produisait comme courant inducteur dans la bobine. Comme cette déviation variait très-peu dans les séries différentes, elle fut presque toujours réduite à la même force du courant.

Il a été prouvé qu'un courant galvanique peut servir à mesurer les temps si petits qu'ils soient. La méthode appartient à M. Pouillet, mais elle a été perfectionnée par M. Helmholtz qui a démontré qu'elle n'est exacte que dans le cas où on applique une correction pour l'extra-courant produit dans la couche des fils du galvanomètre. Dans ce cas-ci j'appliquai cette correction. Elle fut mesurée directement pour un certain nombre de déviations différentes, ce qui donna une série de corrections desquelles on déduisit, par une simple interpolation, celles dont on avait besoin pour chaque cas.

A l'aide d'un appareil particulier je déterminai l'équivalent des déviations du courant chronométrique en seconde de temps et de deux différentes séries d'expériences je déduisis la valeur d'un degré d'échelle avec une très-grande probabilité.

1 degré d'échelle $=0^s,0000095$, ou en chiffre rond 0,00001 seconde.

Pour plus de clarté, je cite ici une série (série VI dans le mémoire) d'observations sur le courant de fermeture; *dJ* signifiant la déviation du courant induit, *rt* celle du courant chronométrique, *corr.* la correction de l'extra-courant dans le circuit du courant chronométrique et *corr. rt* la véritable mesure relative du temps.

	dJ	rt	*Corr.*	*Corr. rt*
1.	15,48	3,44	1,03	4,47
2.	22,71	5,44	1,51	6,95
3.	49.24	7,53	4,81	12,34
4.	65,25	31,77	14,89	46,66
5.	85,11	53,81	22,58	76,39
6.	117,65	109,58	27,65	137,23
7.	145,46	186,90	31,26	218,2
8.	162,45	555,05	42,04	597,1

Chacun des chiffres dans les colonnes dJ et rt est la moyenne de dix déviations différentes, et toutes les valeurs de dJ ont été réduites à une seule et même force de courant 176,5 et celles de rt à 39,52.

Ces chiffres furent appliqués de la manière suivante :

1° Tous ceux de dJ et *corr.* rt furent divisés par 10, d'où il résultait que l'unité de temps adoptée fut 0,0001 seconde et que les résultats atteignent, pour ainsi dire, un degré de certitude décuple.

2° Sur une carte divisée en carreaux, j'inscrivis tous les *corr.* rt sur l'axe des abscisses et les dJ correspondants comme ordonnées rectangulaires; de là j'obtins une série de points sur la carte.

3° Ces points donnaient une courbe, de sorte que chacun d'eux exerçant l'influence voulue sur la marche de cette courbe. Celle-ci représentait la loi des quantités d'électricité développées; ses ordonnées correspondent à $i^0 t^0$, $i' t'$, $i'' t''$, etc., ou y^0, y', y'', etc., et ses abscisses à t^0, t', t'', etc.

4° Cette courbe supposée juste, fournit les ordonnées ou les quantités d'électricité pour un temps quelconque, et à l'aide de celle-là on pouvait tracer la courbe d'intensité.

Dans l'intervalle de temps où l'intensité était à son maximum, les déviations du courant induit variaient beaucoup, de sorte que, pour plus de sûreté, il fallait prendre jusqu'à vingt déviations. Si ce maximum arrivait dans un intervalle de temps un peu éloigné du commencement, il en résultait certaines difficultés pour tracer la première courbe aux environs du point maximum. Ici j'ai procédé de manière que la moindre déviation du courant chronométrique et la moindre déviation du courant induit dans ce point, nécessairement réduites, coïncidassent, ainsi que les plus grandes déviations des deux courants. Par ce procédé on obtenait deux points qui devaient exercer leur influence sur la course de la courbe.

III.

Cette méthode a été employée pour vingt-quatre séries d'observations en tout, renfermant *six* cas différents, dans lesquelles il s'agissait d'examiner l'influence qu'exercent *les extra-courants* du circuit inducteur sur le courant induit, et comment celui-ci se comporte lorsqu'on augmente la résistance de son circuit, ou quand on introduit un noyau de fer doux dans la bobine.

A.

1° *Courant de fermeture ou courant induit inverse.*

La résistance dans le circuit inducteur, c'est-à-dire dans la pile, les fils conducteurs et la bobine = 217, R_1

Dans le circuit induit . . . . = 133, »

R_1 désigne les parties d'un fil fin de melchior.

Dans la première moitié de l'intervalle de temps, c'est-à-dire 0^s^,0001, l'intensité a déjà atteint le maximum,

mais décroît subitement aussitôt après, de sorte qu'au commencement du second intervalle de temps elle n'est plus que $^1/_9$ à peu près de l'intensité au point de maximum après quoi la courbe suit asymptotiquement l'axe des X. Voyez pl. II, fig. 1 où la courbe *abcd* désigne les quantités d'électricité développées et la courbe *ab'c'd'* la marche d'intensité. L'échelle est plus petite que la moitié de celle employée dans le mémoire. Les chiffres sur l'axe des abscisses désignent $0^s,0001$.

2° *Le courant d'interruption ou le courant induit direct.*

Résistance dans les deux circuits comme auparavant.

L'intensité du courant croît d'abord lentement, mais après $0^s,0007$ environ arrive subitement à un maximum, après quoi l'intensité diminue tout aussi subitement, c'est-à-dire dans le même intervalle de temps, jusqu'à $^1/_8$ à $^1/_9$ de sa valeur maxima; au delà la courbe suit asymptotiquement l'axe des X. Voyez planche II, fig. 2, où la courbe *abcdef* désigne les quantités d'électricité et *ab'c' d'e'f'* la marche d'intensité.

B.

Avec augmentation de résistance dans le circuit inducteur.

1° a) *Le courant de fermeture.*

La résistance dans le circuit inducteur	217, R_1
Résistance ajoutée	180, R_1
Résistance totale.	397 R_1

La résistance dans le circuit induit inaltérée.

Le maximum de l'intensité a lieu maintenant dans le premier tiers de l'intervalle de temps, c'est-à-dire dans $0^s,00003$ et est beaucoup plus grand que dans le n° 1

de A. La valeur maxima qui s'était dans ce cas-là élevée jusqu'à 9, est égale maintenant à 13,3. La diminution de l'intensité est aussi rapide qu'auparavant, de sorte qu'il s'écoule à peine 0^s,00005 avant qu'elle n'ait plus que $^1/_{12}$ de sa valeur maxima.

Comme auparavant la courbe suit asymptotiquement l'axe des X, ce qui arrive toujours, c'est pourquoi cette circonstance ne sera plus mentionnée. Il est évident que la déviation totale du courant induit est ici beaucoup plus petite que dans le cas *A*.

b) *Si la résistance dans le circuit inducteur est augmentée d'avantage,* ce qui fut fait dans deux séries où la résistance était dans la première en tout 443,5 R_1 et dans la seconde 493,6 R_1 *l'intensité au point maximum montre une diminution, sans être pourtant dans le premier cas plus petite que dans le n° 1 de A, mais dans le second, elle a déjà diminué considérablement.* Pour le reste les mêmes effets que ci-dessus.

2° *Le courant d'interruption.*

Si la résistance est augmentée de la même manière, la courbe d'intensité de ce courant montre les mêmes propriétés qu'auparavant, mais le point de maximum se rapproche du point de départ du courant à mesure que la résistance augmente.

a)	La résist.	totale	=217	R_1	le point maxim.	après	0^s,0007
b)	»	»	=397	»	»	»	0^s,00038
c)	»	»	=443,5	»	»	»	0^s,00036
d)	»	»	=493,6	»	»	»	0^s,00025

Dans *a, b* et *c* la plus haute intensité est la même, mais dans *d* on observe une diminution considérable.

3° *Après avoir introduit une résistance en forme de bobine on obtint les résultats suivants :*

La résistance dans le circuit inducteur = 220,9 R,
Résistance ajoutée en forme de bobine = 114,7 »

a) *Le courant de fermeture n'atteint plus à une aussi grande intensité et la courbe a un maximum qui ne monte qu'à 0,36 après $0^s,0012$, après quoi elle suit comme avant l'axe des X.* Voyez la pl. II, fig. 1, *aghik* qui représente la marche d'intensité.

b) *Le courant d'interruption, par contre, a conservé sa grande intensité, mais elle ne se montre qu'après $0,^s00175$ s'élevant à 7,5 qui est son maximum, après quoi la courbe montre les mêmes propriétés qu'auparavant.* Voyez pl. II, fig. 2, où la courbe *aghikl* montre les quantités, et *ag' h' i' k' l'* la marche d'intensité.

Les effets observés dans la série B démontrent très-clairement que les extra-courants dans le circuit inducteur exercent une grande influence sur la marche d'intensité. Par une augmentation de résistance, l'intensité de l'extra-courant de fermeture diminue, et l'effet s'en traduit tout de suite sur le courant induit de fermeture (moment B 1° *a* et *b*). Une bobine introduite augmente l'extra-courant de fermeture, et l'on voit (moment 3° *a*) la courbe de l'intensité entièrement aplatie, presque sans trace de sa haute intensité.

L'influence de l'extra-courant est moindre sur le courant d'interruption par la raison bien simple que c'est seulement la portion qui s'est produite pendant l'interruption qui a l'occasion d'agir. Cependant on voit (moment B, 2°) qu'une diminution de son intensité, par une augmentation de résistance, rapproche le maximum du point de départ; mais, par contre, son augmentation par une résistance en forme de bobine éloigne ce maximum de l'origine du cou-

rant, ce qui prouve clairement qu'une grande partie de l'extra-courant d'interruption passe à l'ouverture du courant sous forme d'étincelle, s'il s'en produit une.

C.

Avec résistance dans le circuit induit.

1° La résistance dans ce circuit avait été auparavant dans la bobine 68,2 et dans le magnétomètre 64,8 ou en tout 133 R_1 ; cette résistance fut encore augmentée de 162 R_1 et amenée par conséquent à 295 R_1.

a) *Le maximum du courant de fermeture est considérablement diminué dans ce cas, mais pour le reste la courbe conserve sa forme.*

b) *Le maximum du courant d'interruption est reculé étant à 0*^{s}*,0007 à 0*^{s}*,001 et il a un peu augmenté.*

2° *Résistance introduite en forme de bobine* = 114,7 R_1 la résistance totale étant de 247,7 R_1 *alors les deux courants montrent une marche d'intensité toute pareille; toute la courbe d'intensité s'étend le long de l'axe des X, et offre pour les deux courants un maximum à peine perceptible,* ce qui arrive pour le courant de fermeture, après 0^s,0025 et pour le courant d'interruption après 0^s,0018. Cela prouve que l'extra-courant engendré par le courant d'induction lui-même, agit considérablement sur la marche d'intensité.

D.

Quand *un noyau de fer doux* fut introduit dans la bobine, la déviation augmenta à un tel point que le nombre des éléments de la pile dut être diminué jusqu'à deux, après quoi on observa ce qui suit :

a) *La courbe d'intensité du courant de fermeture est entièrement aplatie* (Pl. II, fig. 1, courbe *mnop*).

b) *La marche d'intensité du courant d'interruption était représentée* (fig. 2) *par la courbe am'n'o'p', la courbe des quantités correspondantes par amnop.* La plus haute intensité se montre dans la première à $0^s,0001$ et monte à une hauteur considérable malgré le peu de force de la pile.

IV.

Un examen plus minutieux de plusieurs des courbes, qui ont été tracées, surtout pour le courant d'interruption, démontre que son intensité présente des ondulations au commencement de la courbe. Ce fait [1] n'a pas été dûment relevé dans le mémoire, quoiqu'il y eût de grands motifs pour son existence dans quatre séries d'observations de ce courant et au moins dans une du courant de fermeture. Il semble que ce résultat dépende de la résistance du circuit inducteur aussi bien que de celle du circuit induit, car il se montre plus distinctement lorsqu'on augmente la résistance. La cause de ces ondulations gît très-probablement dans la formation de l'étincelle, et les phénomènes qui l'accompagnent, par exemple à la naissance d'une force électromotrice envoyant un courant dans une direction contraire au courant principal, ce qui a été démontré par M. Edlund.

La méthode qui fut employée pour mesurer les temps donnait occasion à une comparaison entre l'intensité des

[1] J'ai été amené à faire cet examen plus minutieux par la publication d'un travail de M. Blaserna sur le même sujet (*Journal des Sc. natur. et écon. de Palerme*, 1870, page 135); cependant le résultat a été mentionné une fois dans mon Mémoire.

courants induits et le courant chronométrique. Dans une série du courant de fermeture l'intensité au point maximum monte jusqu'à 13,3, c'est-à-dire dans un intervalle de temps infiniment petit le courant induit inverse développe une quantité d'électricité qui est 13,3 plus grande que celle produite par quatre éléments de Daniel. Ainsi un courant induit de huit éléments de Bunsen donne une intensité correspondante à cinquante-deux éléments de Daniel.

Une comparaison directe entre le courant inducteur et son courant induit de fermeture donna les résultats suivants :

	Courant inducteur.		Courant induit.
Résistance =356 R_1	5,3	Résistance =133	16,14
» =394 »	3,73	»	16,5
» =414 »	3,7	»	13,45
» =446 »	2,58	»	10,83
» =494 »	2,18	»	7,82

Le temps dans lequel les courants agissaient était 0s,00003. Ces résultats prouvent clairement que le courant induit développe dans certaines circonstances une quantité d'électricité quatre fois plus grande que celle produite par le courant principal. Il est très-probable que cela a lieu à un plus haut degré pour le courant d'intensité, quoique une comparaison directe n'ait pu être faite.

Lorsqu'un noyau de fer doux fut introduit dans la bobine, le courant d'interruption engendré par un courant de deux éléments de Bunsen montrait une intensité, qui correspondait à vingt de ces éléments.

Il est évident que les résultats sus-mentionnés doivent avoir une large part dans l'explication des effets électriques extraordinaires que l'on a obtenus de nos jours par

les appareils magnéto-électriques, électro-magnétiques et surtout électro-dynamiques. Dans ces appareils le travail mécanique est par induction transformé en électricité. Le procédé consiste à obtenir par une dépense de force mécanique qu'une série de décharges induites dans laquelle il n'entre jamais que la partie du courant qui a la plus haute intensité, se succèdent aussi vite que possible.

Quant aux autres résultats, je suis obligé de renvoyer le lecteur au mémoire.

Remarque. — Dans une relation sur l'induction (*Annales de chimie et de phys.*, 1871, p. 508), M. Bertin, en mentionnant mon mémoire dans des termes peu propres à encourager ceux qui auraient pu avoir l'idée de le lire, prétend que mes résultats sont en désaccord avec ceux de M. Blaserna (l. c.), mais il n'a pas remarqué que la disposition adoptée dans mes expériences était tout autre que celle de M. Blaserna et surtout que ma bobine consistait en deux fils enroulés parallèlement, circonstance suffisante selon moi pour expliquer tout ce qui, à un premier coup d'œil paraît en désaccord. Il me semble plutôt que les résultats de M. Blaserna et les miens se complètent mutuellement.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Societa di Scienze naturali, etc. Société des Sciences naturelles et sociales de Palerme; séance du 18 mai 1872. (*Journal de Sicile* du 25 mai.)

Le 4me fascicule des Mémoires des Spectroscopistes Italiens renferme plusieurs nouvelles notices dont voici un bref résumé :

M. le professeur Blaserna a continué ses expériences sur le déplacement des raies spectrales sous l'influence de la température des prismes [1]. Sa conclusion est qu'une variation de 4° C. fait transporter la ligne D_1 à la place occupée par D_2, ou qu'un degré centigrade déplace cette raie d'une petite unité de l'échelle de Kirchhoff.

M. Donati a construit un spectroscope de 25 prismes, ne transmettant à l'observateur que la raie C de Fraunhofer et une petite portion de la région rouge à droite et à gauche de cette raie. Avec cet instrument il a réussi à voir le renversement de la raie C sur le noyau de taches solaires; et il aurait ainsi franchi le premier pas pour la solution du problème d'observer les protubérances sur le disque du Soleil et non plus seulement sur les bords. M. Blaserna s'occupe du même sujet et ne voit pas pourquoi on ne réussirait pas à y parvenir. Des spectroscopes à 50, 70 ou 100 prismes pourraient être construits; mais leur dispersion pourrait être si intense qu'elle annullerait le phénomène. Il propose d'adapter un diaphragme derrière un 1er spectroscope ordinaire. Le diaphragme porterait une fente étroite et mobile, capable de laisser voir une raie, C ou D_3 par exemple. Cette fente fonc-

[1] Voyez *Archives*, tome XLI, page 429.

tionnerait comme fente d'un 2me spectroscope très-dispersif. On intercepterait ainsi tous les rayons solaires, sauf ceux qui correspondent à la raie qu'on veut étudier. La lumière solaire serait alors atténuée et on pourrait discerner les protubérances en plein disque. Ses essais n'ont pas abouti; mais d'autres pourront être plus heureux.

Des photographies de l'éclipse de décembre 1871, exécutées par M. Davis, ont remarquablement réussi. Deux d'entre elles faites à intervalles aussi distants que possible et examinées au stéréoscope, font voir la lune très distinctement en relief, superposée à la couronne solaire et à quelque distance en avant. La structure de l'auréole et les rayons qui en émanent sont reproduits très clairement. Ces rayons ou panaches, au lieu d'être rectilignes et normaux au bord du disque sont recourbés et se divisent en deux séries bien distinctes à partir des pôles du Soleil, se repliant à droite et à gauche vers l'équateur solaire. Ils ne paraissent normaux au bord du disque que dans la direction de l'équateur.

Cette inflexion si marquée et symétrique des pôles vers l'équateur peut être produite, par deux causes diverses. Selon le P. Secchi, elle peut dériver de la circulation perpétuelle de la matière atmosphérique du Soleil entre le pôle et l'équateur, qui serait le contre-courant de la matière protubérantielle ou chromosphérique, qui s'incline de l'équateur vers le pôle. La seconde cause peut dériver, suivant M. Tacchini, de la position des planètes au moment de l'éclipse, qui étaient alors réparties en deux groupes à peu près diamétralement opposés l'un à l'autre par rapport au centre du Soleil et vers lesquels les panaches se seraient dirigés.

Pendant le mois de mai 1872, le même astronome a constaté un nombre médiocre de protubérances, mais une proportion extraordinaire de couche chromosphérique renfermant du magnésium. Il a trouvé cette substance le 6 mai sur un arc de 168°, s'étendant du pôle nord aux distances polaires de 50° et de 118° sans interruption. En y ajoutant les régions

détachées où il s'en trouvait aussi, on arrive à un total de 222°, quasi les deux tiers du contour du disque, imprégnés de vapeurs de magnésium. E. G.

R. WOLF. HANDBUCH, etc. MANUEL DE MATHÉMATIQUES, DE PHYSIQUE, GÉODÉSIE ET ASTRONOMIE. (2me volume gr. in-8°. Zurich. 1871 et 1872.) — LE MÊME. MÉLANGES ASTRONOMIQUES (août 1870 à février 1872).

M. le professeur Rodolphe Wolf, directeur de l'observatoire fédéral de Zurich, a continué la publication successive des diverses parties du Manuel scientifique déjà annoncé dans nos *Archives*, en juin 1870 (tome XXXVIII, p. 296). Les deux premières livraisons du second volume sont entièrement relatives à la géodésie et à l'astronomie, et je vais en donner ici une analyse sommaire. Je dirai ensuite quelques mots sur les derniers numéros des *Astronomische Mittheilungen* de M. Wolf.

Le tome II du *Handbuch* commence par une série de six sections, relatives à des *Notions astronomiques préliminaires*, et qui occupent 110 pages.

La première de ces sections (la 33me de l'ouvrage) est une introduction historique, contenant, entre autres, l'énumération successive, par ordre de dates, des principaux auteurs d'ouvrages d'astronomie ancienne et moderne, avec l'indication des dits ouvrages, ainsi que du lieu et de la date de la naissance et de la mort de leurs auteurs.

Les sections suivantes ont pour titres :

Premières mesures et mouvement diurne;

Déterminations dans le plan du méridien ;

Déterminations hors du méridien ;

Étoiles fixes et mobiles;

Détermination du temps.

Au début de la plupart d'entre elles, se trouvent un aperçu historique et un tableau des auteurs et des ouvrages qui y sont

relatifs. On y donne des détails très-complets, accompagnés de figures, sur les principaux instruments d'astronomie et sur les formules trigonométriques qui servent à leur rectification et à la réduction des observations. Ceux du § 341, p. 41, sur l'équation personnelle et l'historique des chromographes sont entre les plus nouveaux. On y expose ensuite les méthodes et les formules relatives à la détermination des hauteurs du pôle, la théorie des divers micromètres, la subdivision du ciel en constellations et l'énumération historique des catalogues et atlas célestes. La théorie des jours sidéral et solaire, celle de l'obliquité de l'écliptique, de la précession des équinoxes et de l'année tropique sont successivement passées en revue, avec les formules qui s'y rapportent. On y trouve quelques détails sur la gnomonique et même sur l'astrologie. La détermination du temps d'après la Lune et le Soleil, les cycles et e calendrier terminent cette première partie.

La seconde partie, qui occupe 103 pages, a pour titre général *la Terre et la Lune*. De même que la première, elle comprend six sections.

La première de ces sections (la 39me de l'ouvrage) est relative à la *géographie mathématique*. Il y est surtout question de la détermination des longitudes terrestres; et l'auteur y donne, comme exemple de l'application des télégraphes à ces mesures, les opérations des astronomes suisses, en 1867, pour obtenir les différences de longitude entre la cime du Righi et les observatoires de Neuchâtel et de Zurich.

La seconde section traite de la *géodésie*. Après un exposé historique détaillé des principales mesures de ce genre, M. Wolf rapporte les formules qui servent à déterminer la figure et les dimensions de la terre, en exposant les résultats obtenus, et énumérant les ouvrages sur cette partie de la science.

Dans la section suivante sur la *chorographie*, il parle des cartes géographiques, et donne la théorie des divers systèmes de projection qu'on y emploie.

La 42me section est relative aux *parallaxes*. L'auteur y présente en détail l'historique de la détermination de la parallaxe de la Lune et des passages de Vénus sur le disque du Soleil, ainsi que les formules qui s'y rapportent, et celles relatives au calcul des longitudes par les distances lunaires.

La section suivante a pour objet la Terre et la Lune envisagées dans leur constitution physique. M. Wolf y passe successivement en revue les résultats des mesures du pendule, les propriétés de l'atmosphère terrestre, la théorie de la réfraction, la variation des climats, celle des températures et du magnétisme terrestre, etc., en joignant toujours l'historique de la science aux expositions théoriques sur chacun de ces points. Les apparences de la Lune et la théorie des marées terminent cette section.

La 44me traite des *éclipses et occultations*, et, à propos des éclipses totales du Soleil, l'auteur parle des protubérances qu'on observe, maintenant, sur le bord de cet astre.

La 3me partie du tome II du *Handbuch* est relative au *système solaire*, et c'est une des plus importantes de l'ouvrage. Après y avoir exposé, dans la 45me section, les systèmes du monde dits de Ptolémée et de Copernic, la théorie de l'aberration de la lumière, les lois de Kepler et la découverte de la gravitation universelle, M. Wolf consacre la section suivante à la *mécanique céleste*. Il commence par donner un aperçu historique des travaux relatifs au problème dit *des trois corps*. Il expose successivement ensuite les formules relatives aux éléments des orbites circulaires, paraboliques et elliptiques, à la détermination des masses et à l'équation du temps. Il passe de là à la théorie des perturbations planétaires; il rapporte les formules de Lagrange, fondées sur la variation des constantes arbitraires, pour déterminer les inégalités périodiques et séculaires du mouvement elliptique, et il en fait aussi l'application à la théorie des mouvements de la Lune. Il rapporte de même les formules théoriques de la précession des équinoxes et de la nutation de l'axe terrestre. La section

est terminée par l'énumération historique des tables de la Lune et des planètes, et des éphémérides astronomiques.

La 47me section a pour objet *le Soleil*, considéré dans ses apparences physiques. C'est la partie de l'astronomie dont M. Wolf s'est spécialement occupé ; les détails historiques et descriptifs qu'il donne sur les taches du Soleil, sur leur période de variation et sur la connexion de cette période avec celle observée dans le magnétisme terrestre et dans les aurores polaires, offrent un intérêt particulier.

La 48me section est relative aux apparences physiques des planètes, des satellites et des anneaux. C'est la dernière de la seconde livraison du second volume de l'ouvrage. La troisième, qui le complétera, sera probablement consacrée aux comètes, aux étoiles filantes et à l'astronomie sidérale.

Les détails précédents sur la partie astronomique et géodésique du *Handbuch* de M. Wolf, quoique très-sommaires et souvent incomplets, me semblent suffisants pour montrer combien cet ouvrage présente un précieux répertoire de formules et de renseignements historiques et biographiques. Son impression, due aux presses de M. Frédéric Schulthess de Zurich, est fort soignée; le *Manuel*, considéré dans son ensemble, est le résultat d'un très grand travail, et l'auteur rend par sa publication un vrai service aux personnes qui cultivent les sciences physiques et mathématiques.

Je désire dire aussi quelques mots sur les quatre derniers numéros (XVI-XIX) des *Astronomische Mittheilungen*, ou Mélanges astronomiques, publiés par M. Wolf d'août 1870 à février 1872.

La plus grande partie de ces fascicules périodiques continue à être consacrée aux observations de taches du Soleil, qui se poursuivent journellement, soit à Zurich, soit à Dessau, à Leipsic, à Peckeloh, à Kew, et à Athènes. M. Wolf en a déduit pour l'époque des deux derniers *maxima* de taches 1860,2 et 1870,9; et le *minimum* intermédiaire a eu lieu en 1867,2.

La période moyenne correspondante aux retours consécutifs des *minima*, à partir de celui qui a eu lieu en 1610,8, est de 11 ans, 114; et celle des *maxima*, à partir de celui de 1615,5 est de 11 ans, 06. Mais il y a eu, dans l'intervalle, de grandes différences de durée de période, comprises entre 15 ans (de 1619 à 1634), et 7 ans (de 1829 à 1837). M. Wolf continue à recueillir avec soin toutes les anciennes observations de taches, afin de parvenir à des résultats de plus en plus exacts, et ses fascicules contiennent de très-nombreux documents de ce genre. Le décroissement graduel du nombre des taches a lieu plus lentement que leur accroissement. La durée moyenne de la période se rapprochant beaucoup de celle de la révolution de la planète Jupiter, cela a donné lieu à penser que cette grande planète exerçait une influence considérable sur ce phénomène; et les recherches de MM. Wolf, Fritz, Schmidt, de la Rue, etc., ont fait voir que Saturne, Vénus et la Terre y jouaient aussi leur rôle.

M. Fritz a publié à Zurich, en septembre 1870, un intéressant mémoire sur les taches du Soleil, les aurores polaires et le magnétisme terrestre, dont M. Wolf a donné un extrait dans le n° 27 de ses *Mittheilungen*. Il y confirme les résultats obtenus par ce dernier, et y montre, entre autres, qu'outre la période de 11 $^1/_9$ ans, les taches du Soleil et les aurores polaires en ont une plus longue d'environ 55 ans.

M. le professeur Elias Loomis, de New-York, a aussi publié, en septembre 1870, dans le journal scientifique Américain de Silliman et Dana, un mémoire sur le même sujet, dont M. le professeur de la Rive a donné un extrait dans le *Bulletin* d'avril 1871 de nos *Archives*. M. Wolf, qui s'en occupe dans le n° 28 de ses *Mittheilungen*, réussit, ce me semble, à prouver que la valeur moyenne, d'environ onze ans, qu'il a obtenue depuis longtemps pour la période des taches, d'après l'ensemble des observations faites depuis l'époque de leur découverte, est plus exacte que celle de dix ans adoptée par M. Loomis.

Passant, maintenant, aux autres sujets traités dans les derniers numéros des *Mittheilungen*, je dois d'abord mentionner le compte rendu donné par M. Wolf, dans le n° 26, de nouvelles recherches assez étendues, faites par lui et par son adjoint M. Weilenmann, sur ce qu'on nomme l'*équation personnelle* dans l'observation de l'instant des passages d'étoiles dans la lunette d'un cercle-méridien, à l'occasion d'une discordance de ce genre qui s'était présentée entre MM. Hirsch et lui. J'ai déjà exposé ce sujet dans ma notice de juin 1870, citée plus haut, et j'ai indiqué l'heureuse explication donnée par M. Wolf de l'anomalie en question, en l'attribuant à un ajustement imparfait de l'oculaire de la lunette à la vue de l'observateur, ainsi qu'à des changements de direction de l'éclairage, des fils du réticule. M. Hirsch et son adjoint M. Schmidt ont fait, de leur côté à Neuchâtel, beaucoup d'expériences comparatives variées, rapportées par M. Wolf, sur ce sujet délicat et intéressant.

Le dernier numéro des *Mittheilungen* contient d'abord un rapprochement, fait par M. Wolf, de diverses déterminations de la longitude de l'observatoire de Zurich, déduite, par voie télégraphique et géodésique, de celles de Neuchâtel, de Genève, Strasbourg, Milan et Berne. La moyenne de ces valeurs, assez concordantes entre elles, donne pour cette longitude en temps à l'Est de Paris : $24^m\ 31^s{,}589 \pm 0^s{,}177$.

L'auteur expose ensuite les résultats d'excursions qu'il a faites, dans l'automme de 1871, en divers points de la Suisse, avec deux baromètres, l'un de Geissler, portatif à *Siphon*, l'autre *Anéroïde*, construit par Goldschmidt de Zurich ; les résultats comparatifs semblent favorables à l'emploi de cette dernière espèce de baromètre pour des déterminations exactes. M. Wolf a dirigé ses excursions de manière à pouvoir contrôler l'état actuel des instruments météorologiques dans une partie des stations du réseau Suisse, et son adjoint M. Weilenmann a exercé la même inspection sur quelques autres stations. La publication de ces observations, faites en 68 stations, continue

à avoir lieu par cahiers mensuels in-4°, au Bureau central à l'observatoire de Zurich, sous la direction de M. Wolf, et l'année actuelle est la 8me de l'entreprise.

La plus grande partie du n° 29 des *Mittheilungen* est consacrée à un savant mémoire de physique mathématique, par M. Weilenmann, sur les relations entre l'état du baromètre, la température et la hauteur de l'atmosphère terrestre. Il occupe 49 pages et je ne puis en faire l'analyse ici. L'auteur y traite occasionnellement la question de l'origine du vent chaud qui porte le nom de *Fœhn* en Suisse, et il expose les motifs qui lui font penser que ce vent provient plutôt du courant du *Gulf-Sream*, dans l'Océan atlantique, que du désert du Sahara.

M. Wolf continue à insérer dans les feuilles trimestrielles de la Société de physique de Zurich des extraits de correspondances scientifiques. Les dernières qu'il ait publiées sont des lettres du baron de Zach, qui sont intéressantes et souvent assez piquantes. On doit aussi à M. Wolf de courtes notices biographiques, publiées occasionnellement, sur sir William Herschel, sur Jean Kepler et Jost Bürgi, ainsi qu'un article sur l'invention des lunettes et ses conséquences pour l'astronomie. Je me borne à ces simples indications, qui servent à constater de plus en plus l'activité laborieuse de M. Wolf.

A. G.

PHYSIQUE.

M.-G. Gore. Troisième mémoire sur le fluorure d'argent. (*Proceedings of the Royal Society*, tome XX, n° 131.)

L'auteur commence par démontrer que l'action de l'iode, sous l'influence de la chaleur, n'amène pas de dégagement de fluor libre, mais donne lieu à la formation de fluorure d'iode et d'iodure d'argent; un sel double, composé d'iodure d'argent et de fluorure de platine, étant produit simultanément

par suite de la corrosion des vases de platine employés, pour peu que la température se rapproche de la chaleur rouge.

Le fluorure d'iode se présente sous la forme d'un liquide incolore, excessivement volatil, sans action sur le mercure ou sur le platine chauffé au rouge, mais attaquant le verre à la température de 15° C. et les cristaux de silicon à la chaleur rouge. Il noircit à l'instant même le bois de saqin et est décomposé par l'action de l'eau en acides hydrofluorique et iodique, avec dégagement abondant de vapeurs, conformément à l'équation suivante $IF_5 + 3\,H_2O = 5\,HF + HIO_2$. Le fluorure dissout l'iode et est absorbé par cette substance. Il est aussi absorbé par le fluorure ou l'iodure d'argent, lorsqu'on laisse refroidir ces substances dans sa vapeur, mais il en est expulsé à la chaleur rouge. La vapeur du fluorure d'iode noircit rapidement le bois de sapin et finit par communiquer au paraffin une teinte brunâtre.

On n'aperçoit pas d'action chimique en chauffant au rouge le fluorure d'argent avec du carbone pur. Lorsqu'on chauffe ce sel au rouge dans un courant du gaz d'éclairage, il se réduit en entier en argent métallique, avec dégagement d'acide hydrofluorique et de tetrafluorure de carbone. Il ne se dissout pas et ne subit aucun changement dans le cyanogène liquide, mais il est réduit à l'état métallique par l'action d'un courant de cyanogène sec à la température rouge matte, avec dégagement d'azote et de tetrafluorure de carbone, ou bien de fluorure de cyanogène. Une solution aqueuse de fluorure d'argent a été précipitée à la suite de l'action prolongée d'un courant de cyanogène. Ce sel se laisse aussi décomposer en le fondant avec le paracyanogène.

Le fluorure d'argent ne se dissout pas, et ne subit aucune modification chimique, lorsqu'on le plonge dans l'acide hydrocyanique anhydre liquéfié; mais si l'on fait passer de la vapeur de l'acide sec sur le fluorure chauffé au rouge, ce sel se décompose avec dégagement d'argent à l'état métallique. De l'acide hydrocyanique aqueux précipite rapidement une solution du fluorure d'argent.

Le fluorure d'argent ne se décompose pas en le chauffant au rouge dans l'oxyde de carbone ou le gaz acide carbonique, mais lorsqu'on fait passer pendant quelque temps un mélange de ces deux gaz à travers une solution aqueuse du sel, il se produit un précipité brun, soluble dans l'acide hydrosulfurique aqueux. Lorsqu'on fond le fluorure dans un courant de terchlorure de carbone à l'état de vapeur, il se convertit en entier en chlorure d'argent, avec corrosion évidente des vases employés, et formation d'un sel double insoluble de platine et d'argent. Des résultats analogues ont été obtenus en employant le tetrachlorure de carbone; mais le fluorure reste insoluble et ne subit aucun changement dans le tetrachlorure de carbone liquide à la température de 15°. Le terchlorure de carbone de même que le tetrachlorure restent sans action chimique sur une solution aqueuse du sel en question. Une solution de brôme ou d'iode dans le tetrachlorure de carbone est promptement décolorée en l'agitant avec de petites parcelles de fluorure d'argent.

Des cristaux de bore ne décomposent pas le fluorure d'argent à la température rouge matte et restent sans action chimique, à la température de 15°, sur une solution aqueuse de ce sel renfermant de l'acide hydrofluorique ou nitrique libre. L'acide boracique vitrifié décompose rapidement le fluorure d'argent à l'état de fusion, avec dégagement abondant de vapeurs blanches acides, mais il reste sans action sur une solution aqueuse de ce sel à la température de 15°.

Si l'on pose des cristaux de silicon sur du fluorure d'argent fondu, ils se chauffent aussitôt au rouge et subissent une combustion rapide avec dégagement de fluorure de silicon.

Un fragment de silicon fondu décompose lentement une solution aqueuse de fluorure, avec formation de cristaux d'argent métallique. Il en est de même en employant des cristaux d'argent; seulement, dans ce cas, la décomposition est beaucoup plus rapide et accompagnée d'un dégagement abondant de gaz lorsque la solution renferme de l'acide hydrofluorique

libre. En ajoutant de l'acide nitrique au mélange ci-dessous, on voit se dégager des bulles de *silicide* d'hydrogène qui s'enflamment spontanément à mesure qu'elles se produisent. Si l'on ajoute au fluorure d'argent à la température rouge matte de la silice pure ou précipitée à l'état sec, il se produit aussitôt une forte action chimique, avec dégagement de chaleur et précipitation d'argent à l'état métallique.

Le fluorure à l'état de fusion est décomposé rapidement par le soufre, avec dégagement de chaleur et formation de fluorure de soufre et de sulfure d'argent. Ce fluorure de soufre se présente sous la forme d'une vapeur lourde, incolore, ne se condensant pas à la température de zéro à la pression ordinaire de l'atmosphère. Il attaque le verre, répand des fumées épaisses à l'air et a une odeur très-caractérisée de poussière rappelant l'odeur émise par un mélange de chlorure de soufre et d'anhydride sulfureux. Le soufre décompose rapidement une solution aqueuse de fluorure d'argent.

En faisant passer de la vapeur de chlorure de soufre liquide par dessus du fluorure d'argent fondu, à la température rouge matte, on a remarqué une forte action chimique avec dégagement d'une vapeur ayant une odeur marquée de poussière. Cette vapeur qui attaque fortement le verre, mais ne se condense pas en un liquide, est très-probablement du fluorure de soufre. Le résidu salin consistait en chlorure et sulfure d'argent. Une solution de fluorure d'argent a été décomposée en l'agitant avec du fluorure de soufre liquide, avec dégagement d'acide hydrofluorique et formation de chlorure et de sulfure d'argent.

Le fluorure d'argent ne se dissout pas dans le bisulfure de carbone. En faisant passer de la vapeur de bisulfure sur le sel d'argent à la température de la chaleur rouge, une forte action s'est aussitôt manifestée, avec dégagement de fumées d'une vapeur acide, répondant à l'équation suivante : $4AgF + CS_2 = 2Ag_2S + CF_4$. Une solution de brome ou d'iode dans le bisulfure de carbone s'est rapidement décolorée en

l'agitant avec de petites parcelles de fluorure d'argent, et le liquide a acquis aussitôt l'odeur propre au tetrafluorure de carbone.

Ch. Tomlinson. Sur l'action d'une basse température sur des solutions sursaturées de sel de Glauber. (*Proceedings of the Royal Society*, tome XX, n° 131.)

Lorsqu'après avoir fait bouillir une solution de sulfate de soude hydraté à dix atomes, saturée à environ 34° C., son point maximum de solubilité, on la filtre dans un ballon parfaitement propre, et qu'ensuite après avoir bouché ce ballon, on laisse refroidir la solution jusqu'à 4°,5 ou au-dessous, on voit se déposer au fond du ballon un hydrate modifié à sept atomes dont la quantité augmente à mesure que la température s'abaisse, et diminue au contraire lorsqu'elle s'élève. Il n'en est pas de même si, au lieu d'agir à des températures atmosphériques ordinaires, on refroidit la solution sursaturée du sel de Glauber en le plongeant dans un mélange réfrigérent de neige et de sel. L'auteur est arrivé à ce sujet à des résultats curieux et qui méritent d'être cités.

Une solution composée de parties égales de sel de Glauber et d'eau, après avoir été d'abord portée à l'ébullition, a été filtrée dans un ballon rendu chimiquement propre au moyen d'un lavage à l'acide nitrique, puis rincé à grande eau. Un thermomètre dont la tige était entourée de plusieurs mèches de coton passait à travers l'encolure de ce ballon, et pouvait au besoin servir à le boucher lorsqu'après avoir fait bouillir la solution qu'il renfermait, on l'éloignait de la source de chaleur.

Après avoir fait de nouveau bouillir la solution dans le ballon qu'on vient de décrire, on l'a laissé se refroidir à l'air pendant le reste du jour. Le lendemain matin le ballon a été introduit dans un mélange réfrigérent à —9°,5. La solution s'est refroidie lentement et arrivée à —7°,2 a laissé déposer

en abondance des cristaux d'un blanc opaque, très-différents des octaèdres transparents qui se déposent à la température de 4°,5 et au-dessous, mais ressemblant beaucoup aux cristaux octaèdres en forme de touffes de fougère qui se produisent pendant le refroidissement d'une solution concentrée de sel ammoniaque. Le thermomètre est monté pendant la formation de ces cristaux à —3°,3. Le ballon ayant été transporté alors dans l'eau à 9°, on a vu aussitôt les cristaux se transformer en une masse laineuse amorphe. Déjà, lorsque la température du ballon avait atteint 4°,5, les cristaux octaèdres transparents propres au sel anhydre avaient commencé à se déposer. Le jour suivant on a débouché le ballon; aussitôt, la cristallisation ordinaire du sel a commencé à avoir lieu à la surface, et la température a monté de 6°,5 à 18°,3. Voilà donc un hydrate de plus à ajouter à ceux déjà connus pour appartenir à ce sel déjà si remarquable sous ce rapport. Il contient évidemment moins d'eau que l'hydrate à sept atomes, mais l'auteur ne connaît aucun moyen pour déterminer le degré d'hydratation, attendu que son existence dépend d'un fort abaissement de température accompagné d'une absence complète de noyaux.

On a rendu ensuite la solution deux fois plus concentrée en dissolvant deux parties du sel de Glauber dans une partie d'eau; puis, après l'avoir portée à l'ébullition, on l'a filtrée dans un ballon, comme précédemment. Après une nouvelle ébullition dans ce ballon, on a laissé la solution se refroidir graduellement. Arrivé à 5°,5, le ballon a été introduit dans un mélange réfrigérent. A la température de 3°,3 on a vu se précipiter un petit nombre d'octaèdres transparents, et le refroidissement s'est aussitôt rallenti par suite de la chaleur dégagée. Il a fallu quatorze minutes pour que le thermomètre descendît à —3°,3, et les cristaux transparents sont alors devenus d'un blanc opaque. Le thermomètre, après être resté stationnaire pendant quelques minutes à —3°,3, a recommencé à baisser. En agitant alors fortement le ballon dans le mé-

lange réfrigérent, on a vu se déposer des cristaux d'un blanc opaque, semblables à du blanc de plomb récemment formé, et le thermomètre est remonté à —3°,3, la portion supérieure de la solution étant restée transparente et toujours sursaturée. Au bout de quelques minutes des cristaux ont paru à la surface et le thermomètre est remonté graduellement de —3°,3 à 11°,6, température à laquelle la solution tout entière s'est trouvée prise en une masse solide. Il est à remarquer que quelque basse que soit la température à laquelle les cristaux opaques commencent à devenir visibles, le thermomètre, au moment de leur formation, remonte constamment à —3°,3, et cela quel que soit le degré de concentration de la solution. En agitant fortement le ballon dans le mélange réfrigérent, le sel opaque devient quelquefois amorphe et donne à la surface du liquide l'aspect de crême de chaux.

L'auteur a fait bouillir de nouveau la même solution (2 parties de sel et 1 partie d'eau) sans y ajouter de l'eau, ce qui l'a rendue réellement plus concentrée qu'auparavant. Il l'a laissée ensuite se refroidir. Arrivée à la température de 4°,4, il y a eu précipitation de cristaux transparents anhydres. A dater de ce moment, le refroidissement a été rallenti à tel point qu'il fallut l'espace de demi-heure pour que le thermomètre descendît à 2°,8. A cette température la quantité de sel anhydre avait notablement augmenté. Non-seulement il recouvrait le fond du ballon, mais il remontait jusqu'à un certain point contre les parois latérales. Le ballon, ayant été alors transporté dans un mélange de neige et de sel à —12°,2, on a remarqué que, parvenu à la température de 0°,5, le sel anhydre est devenu opaque, sans doute par suite de la fixation d'une quantité d'eau moindre que celle requise pour la formation du sel à sept atomes. A —4°,4, il y a eu commencement de formation de cristaux opaques en forme de touffes de fougère. A —5°,5, ces cristaux se sont déposés subitement en très-grande abondance; aussitôt le thermomètre est remonté à —3°,3, puis subitement à 11°, la solution entière étant devenue solide.

On admet ordinairement que la quantité de chaleur développée par la solidification d'une solution sursaturée est en raison de sa masse. Les résultats obtenus par M. Tomlinson semblent indiquer qu'il n'en est pas toujours ainsi. Il a remarqué, en effet, qu'une demi-once seulement d'une solution comparativement faible, composée de parties égales de sel et d'eau, peut dégager en se solidifiant subitement jusqu'à 20° de chaleur, et qu'avec une solution beaucoup plus concentrée (2 ou 3 parties de sel avec *une* d'eau), ce dégagement de chaleur n'est guère plus considérable, surtout s'il y a déjà eu formation des deux hydrates anormaux, et qu'il ne reste plus qu'une faible quantité de la solution à l'état liquide.

L'auteur est arrivé à des résultats à peu près semblables en opérant sur une solution plus concentrée, composée de trois parties de sel de Glauber sur une partie d'eau. Il a aussi constaté que des solutions sursaturées d'alun à base de potasse se conduisent à peu près de la même manière que les solutions des sels doubles déjà décrits.

H. F. Weber. Chaleur spécifique du carbone. (*Berichte der Deutschen Chemischen Gesellschaft zu Berlin*, 1872, p. 303.)

Un grand nombre de physiciens se sont occupés de la détermination de la chaleur spécifique du carbone. Si leurs expériences s'accordent en général pour établir que cette chaleur spécifique varie considérablement suivant les divers états moléculaires de cet élément (diamant, graphite, etc.), elles présentent au contraire pour un même état de ce corps des discordances qui ne peuvent guère être entièrement expliquées par un défaut de pureté des matières employées ou par la différence des méthodes.

M. Weber ayant réuni dans un même tableau les résultats de toutes les observations antérieures, fait ressortir de cette comparaison un résultat important, savoir que pour chaque variété de carbone, les chaleurs spécifiques déterminées par

les divers expérimentateurs ont toujours été d'autant plus fortes qu'elles étaient observées entre des limites de température plus élevées. Il était naturel de conclure de là que la chaleur spécifique du carbone, sous toutes ses modifications, augmente rapidement à mesure que la température s'élève. Des expériences instituées dans le but de vérifier cette présomption l'ont entièrement confirmée : *La chaleur spécifique du carbone croit avec la température, et cela dans des proportions qui n'ont été observées pour aucune autre substance ; celle du diamant, en particulier, est triplée quand la température passe de 0 à 200°.*

Les expériences ont été faites au moyen du calorimètre à glace de Bunsen. L'auteur a comparé d'abord les chaleurs spécifiques de deux diamants du poids de 447 et 634 milligrammes ; leur chaleur spécifique moyenne entre 0 et 100° a été trouvée de 0,1434 pour l'un et 0,1439 pour l'autre, nombres suffisamment concordants pour qu'ils aient pu être réunis pour les expériences ultérieures.

Trente-trois déterminations ont été faites, donnant les chaleurs spécifiques moyennes entre 0° et douze températures différentes s'élevant jusqu'à 200 degrés. L'ensemble de ces observations conduit à représenter la chaleur spécifique moyenne entre 0 et $t°$ par la formule :

$$c_{0-t} = 0{,}0947 + 0{,}000497\,t - 0{,}00000012\,t^2$$

d'où l'on déduit pour la chaleur spécifique vraie à une température déterminée, c'est-à-dire pour la quantité de chaleur nécessaire pour échauffer le diamant de $t°$ à $t+1°$.

$$\gamma_t = 0{,}0947 + 0{,}000994\,t - 0{,}00000036\,t^2.$$

On trouve ainsi pour la chaleur spécifique :

à 0°.	0,0947
à 50°.	0,1435
à 100°.	0,1905
à 150°.	0,2357
à 200°.	0,2791

L'auteur n'a pas encore pu, manque de neige, étendre ses expériences aux autres modifications du carbone. Deux expériences seulement ont été faites sur le graphite naturel et ont donné pour sa chaleur spécifique moyenne :

de 0 à 34°. 0,1439
de 0 à 100°. 0,1967

résultats qui prouvent suffisamment que, dans ce cas aussi, la chaleur spécifique croît rapidement avec la température.

Ces observations expliquent bien pourquoi la chaleur spécifique du carbone est si peu d'accord avec la loi de Dulong et Petit. Si l'on supposait que la formule établie pour exprimer la chaleur spécifique du diamant entre 0 et 200° fût encore valable pour des températures beaucoup plus élevées, ce qui sans doute ne serait pas tout à fait exact, on peut calculer qu'à 525° environ, cette chaleur spécifique atteindrait le chiffre de 0,52 qui, pour le poids atomique 12 admis pour le carbone, serait parfaitement conforme à la loi de Dulong et Petit. Or il n'y aurait rien d'étonnant, vu le point de fusion si élevé et encore même inconnu du carbone, à ce que l'on dût le porter à cette température pour le mettre dans des conditions plus comparables à celles dans lesquelles on étudie les autres corps solides.

Toutefois, bien loin de considérer ses expériences comme donnant une nouvelle confirmation de la généralité de la loi de Dulong et Petit, l'auteur est plutôt disposé à en conclure que cette loi doit être rejetée; car, dit-il, elle perd toute valeur physique et chimique dès que sa réalisation dépend essentiellement de la température.

Cet arrêt de proscription ne nous semble pas justifié. Depuis le grand travail de M. Regnault, il est reconnu que l'égalité des chaleurs atomiques ne constitue pas une loi absolue, mais bien une limite à laquelle on arriverait sans doute si l'on pouvait étudier tous les corps dans des conditions physiques identiques, tenir compte de la chaleur employée à produire leur dilatation et tout autre travail intérieur, et

enfin déterminer leur chaleur spécifique à des températures différentes pour les divers corps, mais en rapport avec leurs propriétés physiques. Ces restrictions ont été très-nettement établies par M. Regnault[1].

Seulement il pouvait sembler jusqu'à présent que l'influence de ces circonstances secondaires n'était pas suffisante pour expliquer des discordances aussi absolues que celles que l'on rencontre pour quelques éléments, en très-petit nombre il est vrai, et particulièrement pour le carbone. On pouvait craindre dès lors que ces corps n'échappassent d'une manière absolue à la loi générale. Or les observations très-importantes de M. Weber viennent justement écarter cette objection. Elles montrent, en effet, que ces corps sont précisément ceux pour lesquels l'influence de la température pour laquelle la chaleur spécifique est déterminée, est la plus considérable, et que cette cause suffit parfaitement pour expliquer l'anomalie qu'ils présentent.

Quant à la grande majorité des autres éléments, et particulièrement pour tous les métaux qui, en raison d'une constitution moléculaire plus semblable, suivent d'une manière beaucoup plus approchée la loi de Dulong et Petit, il est impossible de ne pas considérer cette loi comme établissant, en dehors de toutes les influences physiques secondaires, la relation fondamentale qui existe entre la chaleur spécifique des corps et leur poids atomique. L'importance des services que cette loi a rendus à la Chimie, et des modifications

[1] *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, tome LXXIII, p. 66. Citons particulièrement ce passage : « L'augmentation de la chaleur spécifique avec la température suffirait seule pour démontrer la nécessité de choisir pour chaque substance un point de départ en rapport avec un de ses caractères spécifiques; puisqu'il n'y a aucune raison pour que cette augmentation, qui probablement est soumise à une certaine loi, mette en évidence cette loi quand on l'estime, pour chaque corps, à partir d'une valeur numérique qui certainement n'occupe pas pour tous la même position sur la courbe qui exprime cette loi en fonction de la température. »

qu'elle a introduites dans la détermination des poids atomiques et qui ont toujours été justifiées plus tard par d'autres considérations, est trop bien établie pour que les chimistes cessent de la considérer comme un de leurs guides les plus sûrs. C. M.

A. Kundt. Sur la dispersion anomale, 4me mémoire[1]. (*Pogg. Ann.*, tome CXLV, p. 67.)

Le nouveau mémoire de M. Kundt est consacré à l'étude exacte de la marche que suit la dispersion anomale de quelques sublances à couleurs superficielles. Jusqu'ici l'auteur s'était borné à constater le phénomène d'une manière générale pour un certain nombre de substances en dissolution ou solides et à rechercher le lien qui existe entre le pouvoir dispersif de ces substances et leur pouvoir absorbant; mais l'on ne possédait pas d'autres mesures précises que celles que M. Christiansen a obtenues avec des dissolutions de fuchsine. M. Kundt s'est appliqué dans ce dernier travail à déterminer avec toute l'exactitude possible les indices de réfraction que les dissolutions de cyanine, de fuchsine et d'hypermanganate de potasse présentent pour un certain nombre de radiations simples de longueurs d'onde différentes.

En observant avec une lunette le spectre fourni par un prisme creux plein de l'une ou l'autre de ces dissolutions, on ne parvient pas à voir toutes les principales lignes de Fraunhofer pour lesquelles il s'agit de déterminer l'indice de réfraction, à moins toutefois qu'on n'emploie des verres rouges ou bleus, de manière à séparer les couleurs superposées par la dispersion anomale.

Mieux vaut, comme l'a fait M. Christiansen, faire tomber sur la fente du spectroscope de la lumière homogène ou, comme l'a fait M. Kundt, faire usage de la méthode des pris-

[1] Pour les trois mémoires antérieurs, voyez *Archives*, 1871, t. XL, p. 188; t. XLI, p. 317; t. XLII, p. 386.

mes croisés décrite dans son second mémoire [1]. La disposition employée ici était la suivante : La fente du gognomètre était horizontale ; devant l'objectif de la lunette de cet instrument était disposé un prisme de flint d'un angle de 25°, à arêtes horizontales, fixé invariablement à cette lunette qui pouvait se mouvoir dans un plan vertical de manière à modifier son inclinaison sur le limbe du spectroscope et à viser successivement les différentes portions du spectre vertical fourni par ce premier prisme. Un cheveu un peu gros était tendu au milieu de la fente et produisait une raie noire verticale au milieu du spectre vertical. Après avoir amené le fil horizontal du réticule de la lunette en coïncidence avec la raie de Fraunhofer, pour laquelle on voulait mesurer l'indice de réfraction, et le fil vertical sur le milieu de la raie verticale produite par le cheveu au milieu du spectre, puis avoir lu la division correspondante, on plaçait le prisme vertical creux plein de la substance à dispersion anomale sur le limbe du spectroscope. Ce prisme étant mis, dans la position du minimum de la déviation, on tournait le système de la lunette et du prisme horizontal jusqu'à ce que le milieu de la raie noire produite par le cheveu dans le spectre, oblique cette fois, donné par l'ensemble des deux prismes fût venu à coïncider exactement avec le fil vertical de la lunette, puis on lisait de nouveau au limbe et la différence des deux lectures donnait la déviation que la ligne de Fraunhofer subit sous l'action de la substance étudiée. Pour plus d'exactitude M. Kundt mesurait cette déviation dans un sens, puis tournant le prisme creux, la mesurait dans l'autre sens et prenait la moitié. Enfin comme contrôle de sa méthode, l'auteur a déterminé l'indice de réfraction d'un certain nombre de raies par la méthode directe.

L'alcool employé comme dissolvant pour la cyanine et la fuchsine avait un poids spécifique de 0,822 à 15° C. et donna dans un prisme creux de 45° les indices de réfraction suivants pour les différentes raies de Fraunhofer.

[1] Voyez *Archives*, 1871, tome XLI, page 317.

a	1,3636
B	1,3642
D	1.3649
D	1.3667
E	1,3692
b	1,3696
F	1,3712
G	1,3750

Cela étant, voici les résultats obtenus pour les substances étudiées.

Cyanine. On a soumis à l'expérience deux dissolutions : l'une renfermant 1,22 °/₀ de cyanine, l'autre concentrée.

	Première dissolution.		Seconde dissolution.	
	n	Δ*n*	*n*	Δ*n*
A	1,3666	—	1,3732	—
a	1,3678	+42	1,3756	+120
B	1,3691	+49	1,3781	+139
C	1,3714	+65	1,3831	+182
E	* 1,3666	—26	* 1,3658	— 34
b	* 1,3675	—21	—	—
F	1,3713	+ 1	1,3705	— 7
G	1,3757	+ 7	1,3779	+ 29
H	1,3793	—	1,3821	—

Les chiffres marqués d'un * se rapportent à des lignes de Fraunhofer qui n'avaient pas une netteté parfaite, et présentent une incertitude pouvant s'étendre à une ou deux unités de la quatrième décimale, Δ*n* désigne la différence entre l'indice de la dissolution et celui du dissolvant.

Ce tableau montre nettement la relation existant entre l'absorption et la réfraction, les radiations comprises entre E et C sont complétement absorbées.

La méthode directe donna :

	Première dissolution.	Seconde dissolution.
	n	*n*
A	1,3664	1,3732
a	1,3678	1,3754
B	1,3690	1,3779
G	1,3755	1,3775
H	—	1,3819

Fuchsine. Une dissolution qui n'était pas absolument concentrée donna :

	Méthode des prismes creux.		Méthode directe.
	n	Δn	n
A	1,3818	—	—
a	1,3845	+209	—
B	1,3873	+231	1,3898
C	1,3918	+269	1,3939
D	* 1,3982	+315	—
Bleu extrême non absorbé environ F	1,3613	— 82	—
G	1,3668	—	—
H	1,3759	—	1,3783

Hypermanganate de potasse. Une dissolution dans l'eau qui n'était pas absolument concentrée donna :

	n	Δn
A	1,3377	—
a	1,3386	—
B	1,3397	+ 88
C	1,3408	+ 91
D	1,3442	+106
Bord vert de la bande d'absorption	1,3452	—
Bord bleu de la bande d'absorption	1,3420	—
G	1,3477	+ 64
H	1,3521	+ 79

Δn désigne les différences d'avec l'eau à 15° C. La méthode directe donna pour A, $n = 1,3378$, pour G, $n = 1,3476$.

L'anomalie de dispersion est la plus marquée pour la substance sur laquelle M. Christiansen l'a observée la première fois, savoir la fuchsine. Ce physicien, ayant mesuré les indices de réfraction de quatre dissolutions alcooliques de fuchsine pour différentes raies de Fraunhofer[1], était arrivé à des résultats notablement différents de ceux de M. Kundt ; il avait obtenu, en effet :

[1] *Poggend. Ann.*, 1871, tome CXLIII, p. 250.

	I.	II.	III.	IV.
B	n=1,450	1,426	—	1,384
C	1,502	1,493	1,456	—
D	1,561	1,548	1,502	1,419
F	1,312	1,344	1,372	1,373
G	1,285	1,322	1,354	1,367
H	1,312	1,344	1,372	1,373

C'est-à-dire pour B, C, D des indices sensiblement plus forts que ceux trouvés par M. Kundt, pour G et H, au contraire, des indices plus faibles. L'auteur explique cette divergence en admettant que la fuchsine qu'il a employée n'avait probablement pas la même composition chimique que celle qu'a étudiée M. Christiansen.

Les deux séries d'observations s'accordent à confirmer le rapport que M. Kundt a trouvé précédemment entre la réfraction et l'absorption, car la fuchsine absorbe les radiations comprises entre D et F. Enfin M. Kundt a reconnu que la fuchsine présente deux maxima d'absorption et non un seul comme l'avaient admis les précédents expérimentateurs. Ses expériences ne lui permettent point encore de décider si la loi par lui énoncée s'applique à chacune de ces deux bandes d'absorption de la fuchsine, et si l'indice de réfraction varie d'une manière continue d'un bord à l'autre d'une bande d'absorption ou s'il subit un saut brusque, ou bien encore si dans cet intervalle il n'a aucune valeur déterminée. E. S.

CHIMIE.

L. Gruner. Mémoire sur le dédoublement de l'oxyde de carbone sous l'action combinée du fer métallique et des oxydes de ce métal. (*Académie des Sciences de Paris. Mémoires des savants étrangers*, tome XXII, 1872.)

En 1869 un maître de forges anglais, M. Lowthian Bell, dans le but de se rendre compte des réactions qui se passent dans les hauts-fourneaux, fit des expériences sur l'action réductrice exercée par l'oxyde de carbone sur les minerais de

fer à une température peu élevée, et constata que la décomposition de ce gaz est accompagnée d'un dépôt analogue par son apparence au noir de fumée.

Ces faits attirèrent l'attention de M. Grüner, le savant professeur de métallurgie de l'École des Mines de Paris, et il entreprit, pour les étudier, une longue suite d'expériences dont nous allons indiquer les résultats. Il opérait toujours à une température comprise entre les points de fusion du plomb et du zinc, c'est-à-dire inférieure au rouge sombre. Le minerai était contenu dans une nacelle de platine ou de porcelaine placée dans un tube de verre de Bohême que l'on chauffait au moyen d'un appareil à gaz.

a) Le minerai soumis à l'action d'un courant d'oxyde de carbone se réduit progressivement, en augmentant de volume et en se chargeant d'un dépôt de carbone, d'apparence floconneuse et très-magnétique. Tous les minerais, fers oxydés, oxydulés et spathiques, donnent lieu au même résultat. L'action est la même aussi bien avec l'oxyde de carbone absolument pur, que lorsqu'il est mélangé d'azote, ou que lorsqu'on n'a pas pris les précautions nécessaires pour le débarrasser complétement d'hydrogène.

Le minerai (en admettant qu'il s'agisse d'un peroxyde) se transforme en un mélange d'oxyde magnétique, d'oxydes inférieurs et de fer métallique. A mesure que l'action se prolonge, la réduction progresse et la proportion de fer métallique augmente considérablement. Cependant on ne peut pas aller jusqu'au bout : lorsque la réduction est près d'être complète elle s'arrête et le dépôt de carbone floconneux s'arrête également.

b) Si l'on remplace le minerai par du fer métallique (spirale en fil de carde) et si l'on emploie de l'oxyde de carbone mêlé d'une petite proportion d'acide carbonique, le fer se recouvre d'un dépôt abondant de carbone floconneux et magnétique, et quand on enlève ce dépôt, on constate à la loupe que le fer est visiblement attaqué. Le dépôt charbonneux ainsi obtenu a à peu près la composition suivante :

Carbone......	92
Fer	7
Oxygène	1
	100

c) Si on fait agir sur le fer métallique de l'oxyde de carbone parfaitement pur, le fer n'est pas attaqué et il ne se produit aucun dépôt charbonneux.

d) Pour s'expliquer ces singuliers résultats, l'auteur a recherché quelle est l'action de l'acide carbonique isolé sur le fer métallique toujours à la même température déjà indiquée: il a trouvé qu'elle consiste dans la production, en faible quantité, d'un mélange de peroxyde, d'oxyde magnétique et d'oxydes inférieurs, sans le moindre dépôt de carbone ferrugineux.

La discussion de ces différentes expériences et l'analyse des produits obtenus ont conduit M. Grüner à des conclusions que nous pouvons résumer comme suit:

L'action de l'oxyde de carbone est double. D'une part il réduit les oxydes supérieurs (peroxyde et oxyde magnétique) à un degré inférieur ou à l'état métallique, en se transformant en acide carbonique. D'autre part dès que les oxydes inférieurs se produisent, ils tendent à se transformer en oxyde magnétique, qui est le composé le plus stable, en décomposant l'oxyde de carbone dont le carbone se dépose. La nature ferrugineuse du dépôt montre que l'affinité du fer métallique pour le carbone intervient d'une manière essentielle dans cette dernière réaction.

Dans l'expérience *a*), dès que la première réaction a donné naissance à quelques traces d'oxyde inférieur et de fer métallique, la seconde se met en train, et les deux réactions se continuent parallèlement en soutenant entre elles une sorte de lutte dans laquelle la réduction finit peu à peu par l'emporter.

Il est aisé de voir que, dans l'expérience *c*), rien ne peut donner lieu à la production d'un oxyde inférieur, que par

conséquent le dédoublement de l'oxyde de carbone est impossible.

La première phase de l'expérience *b*) est une oxydation qui donne lieu à peu d'oxyde inférieur, comme dans l'expérience *d*) où l'acide carbonique agit seul. Du moment que l'oxyde inférieur se trouve exister à côté du fer métallique, les causes qui donnent lieu à la formation d'un dépôt de carbone ferrugineux se trouvent mises en jeu et ce dépôt commence. A. A.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

G. Balsamo-Crivelli et L. Maggi. Intorno agli organi essenziali, etc. Sur les organes essentiels de la reproduction des Anguilles. (*Memorie del R. Istituto Lombardo*, vol. XII, pp. 229-240, avec une planche, in-4°. Milano, 1872.) — G.-B. Ercolani. Del perfetto ermafroditismo, etc. De l'hermaphroditisme complet des Anguilles. (*Memorie dell' Acad. delle Sc. dell' Istituto di Bologna*, série III, tome I, 26 pages in-4° et une planche. Bologna, 1872.)

On sait que le mode de reproduction des anguilles est resté jusqu'à présent inconnu et que les efforts combinés des anatomistes du siècle passé et de celui-ci n'avaient acquis à la science qu'un très-petit nombre de faits positifs. Ce que nous connaissions sur l'appareil reproducteur n'avait trait qu'aux ovaires qui avaient été découverts déjà dans le siècle passé par Mondini de Bologne et O.-F. Müller, puis étudiés à une époque plus récente par Rathke. Quant aux organes mâles, ils avaient échappé jusqu'à présent à toutes les recherches. Sans résoudre complétement le problème, les travaux des naturalistes italiens que nous allons résumer ont fait faire un grand pas vers sa solution. Il reste, sans doute, bien des points en litige ou même encore inabordés; néanmoins ces deux mémoires nous amènent l'un et l'autre à la conclusion que les anguilles sont des hermaphrodites complets.

MM. Balsamo-Crivelli et Maggi confirment la description

des ovaires donnée par Mondini et Rathke. Les glandes femelles sont closes, sans oviducte, s'étendant l'une à droite, l'autre à gauche, tout le long de la cavité abdominale. Elles commencent sur les côtés du foie, et se réunissent en dessous et en arrière de la vessie en un seul tronc qui se prolonge encore sur une courte distance dans la partie supérieure de la queue. Chacun de ces organes est en forme de ruban, attaché à la partie dorsale du corps par un faible repli du péritoine; leur bord ventral libre, offre de nombreux plis qui font paraître l'ensemble comme composé d'une série d'éventails disposés transversalement au corps de l'animal. Ils ont une enveloppe de tissu connectif dont la face interne envoie des lames qui par leur intersection forment des cavités closes; ces cavités contiennent des gouttelettes de graisse et des ovules. Les œufs se rencontrent dans toutes les saisons, mais leur degré de développement n'est pas le même à toutes les époques; c'est en mai et en juin qu'on les trouve le plus gros.

Selon les deux professeurs de Pavie les testicules ne présentent pas la même symétrie que les ovaires; celui de droite se développe seul d'une manière complète, tandis que celui de gauche ne se rencontre pas chez tous les individus, et lorsqu'il existe, c'est avec des dimensions extrêmement réduites, les traces de cet organe correspondant à l'extrémité postérieure de celui de droite. Les auteurs ne nous donnent malheureusement pas de détails sur l'histologie de ce testicule atrophié; ils ne décrivent que le testicule droit. Celui-ci est toujours situé à droite de l'intestin, en dedans de l'ovaire et adhérant à la face interne de l'intestin qui repose sur la vessie natatoire; il commence plus ou moins près de la vésicule du fiel et se termine près du cloaque en s'appliquant sur le rectum. Grêle et droit dans son tiers antérieur, il est plus gros dans ses deux tiers postérieurs. Sa partie antérieure est entière; sa partie postérieure offre une dentelure due à des franges en nombre variable et différentes de forme et de longueur; ces franges sont longues et nombreuses dans les anguilles très-développées. La couleur du testicule est d'un blanc

laiteux, quelquefois d'un blanc jaunâtre par suite de la graisse qu'il contient; il est enveloppé d'un repli de péritoine recouvrant du tissu connectif qui, dans les franges, fournit des cloisons interceptant d'assez grandes cellules. C'est dans ces cellules que se trouve le liquide spermatique mêlé à des gouttelettes de graisse. Les zoospermes sont très-petits; leur corps en forme d'ellipsoïde est trois ou quatre fois plus long que large; la queue diminue rapidement d'épaisseur et devient si grêle que l'on ne peut pas l'apercevoir dans toute sa longueur. Dans quelques anguilles les auteurs ont vu le corps des zoospermes se rapprocher de la forme sphérique et porter à la place de la queue une sorte de moignon très-gros relativement à l'appendice filiforme normal; l'on aurait alors affaire à des formes identiques à celles que Dufossé a décrites chez les Serrans comme des zoospermes dans un état rétrograde.

MM. Balsamo-Crivelli et Maggi admettent pour les anguilles un hermaphroditisme complet parce que le testicule manque de conduit efférent spécial qui puisse amener le sperme à l'extérieur; aussi, selon eux, le sperme d'un individu est-il appelé à féconder seulement les œufs qui se trouvent dans la cavité abdominale. Ils ont observé plusieurs fois à l'extrémité de certaines franges testiculaires une capsule contenant des zoospermes; cette capsule n'était attachée à la frange que par l'intermédiaire d'un vaisseau sanguin qui chez certains individus était même déjà atrophié, de manière à faire supposer que la capsule devait se détacher plus tard et flotter comme un spermatophore dans la cavité abdominale pour s'ouvrir ensuite sur les œufs.

Les orifices génitaux et urinaires paraissent être assez difficiles à observer, du moins dans certaines saisons de l'année. MM. Balsamo-Crivelli et Maggi décrivent l'orifice de l'urèthre comme percé dans la paroi du cloaque au-dessous de l'anus; il est très-large et peut donner passage à une sonde. En coupant, selon sa longueur, la paroi inférieure de l'urèthre, on

voit sur la paroi supérieure et à environ 4 ou 5^{mm} au-dessous du méat urinaire, un orifice qui conduit dans un canal placé transversalement entre la vessie et le rectum; ce canal communique avec la cavité abdominale par l'intermédiaire de deux grands orifices latéraux. Les auteurs donnent à l'orifice percé dans la paroi supérieure de l'urèthre le nom d'orifice *uréthro-vaginal*, au canal transversal, dans lequel conduit cet orifice, le nom de *canal vaginal*, et, aux deux grands orifices latéraux internes débouchant dans la cavité abdominale, celui d'orifices *abdomino-vaginaux*, ou *utéro-vaginaux*.

L'on peut se demander si cette nomenclature est heureusement choisie, et si les mots de vagin et d'utérus doivent être employés pour les anguilles lorsqu'on admet, comme le font les auteurs, que ces poissons pondent des œufs déjà fécondés. Il nous semble que c'est plutôt à un oviducte que l'on devrait comparer le canal qui commence par les deux orifices béants et recueille les œufs dans la cavité abdominale pour les emmener jusqu'au cloaque.

Mais cette question de nomenclature n'a que fort peu d'importance; nous devons au contraire en accorder beaucoup aux faits intéressants observés par les deux professeurs de Pavie, et reconnaître que leur mémoire éclaircit la plupart des points qui étaient restés obscurs jusqu'à présent dans l'anatomie des organes reproducteurs des anguilles. Malheureusement presque tout ce qui concerne la structure des organes mâles est remis en question par le mémoire de M. Ercolani. Tout en arrivant à des résultats qui lui font conclure aussi à l'hermaphroditisme complet des anguilles, le professeur de Bologne donne une description des testicules qui diffère complétement de celle que nous devons à ses deux collègues de Pavie. Il a trouvé entre le corps frangé ou ovaire droit et l'intestin un autre ruban, plus court et plus étroit que celui-ci et dont l'extrémité inférieure adhère à la paroi latérale droite du rectum. Cet organe est ce que MM. Balsamo-Crivelli et Maggi décrivent comme le testicule droit et dans

lequel ils ont découvert des zoospermes. M. Ercolani le considère au contraire comme un testicule atrophié; il l'appelle le troisième corps frangé et le décrit comme formé d'un réseau vasculaire recouvert à l'extérieur par le péritoine et ne contenant dans ses mailles que des cellules adipeuses. Après avoir constaté cette structure dans les anguilles d'eau douce, il pensait qu'il trouverait peut-être cet organe fonctionnant comme un testicule dans les anguilles de mer. Mais dans ces dernières il le trouva au contraire beaucoup plus petit, plus grêle et plus transparent; sa structure intime était du reste la même. Il décrit d'autre part un organe, situé dans la moitié gauche du corps, qu'il regarde comme le vrai testicule, le seul fonctionnant. C'est une vessie (vescica) pyriforme allongée, s'étendant de l'espace compris dans l'anse que forme l'intestin sous le foie jusqu'au rectum. Ses parois sont lisses et fortement vasculaires sur beaucoup de points, laissant voir dans d'autres de nombreuses cellules polygonales ou arrondies suivant qu'elles sont plus ou moins pressées les unes contre les autres. Dans les anguilles d'eau douce ces cellules sont pleines de graisse et rien ne ferait préjuger des fonctions de l'organe. Chez les anguilles de mer les conditions sont différentes. Dans un grand échantillon, en particulier, les organes se présentaient avec leur aspect ordinaire, sauf que l'anus était déformé par trois pièces cutanées turgides et très-vasculaires; mais en examinant les parois de la « vessie abdominale, » l'auteur observa des myriades de corpuscules de couleur légèrement orangée et en forme de champignon qui se mouvaient sous le champ du microscope. La graisse qui, dans les anguilles d'eau douce, remplissait les cellules, était ici très-peu abondante et les alvéoles contenaient un corpuscule arrondi, de couleur opaque, à surface hispide, et ayant $0^{mm},035$ de diamètre. M. Ercolani regarde ces alvéoles comme les « cellules proligènes » du testicule, les corpuscules à surface hispide comme les cellules spermatiques, et les corpuscules mobiles comme des zoospermes (?).

L'on voit que, tout en concluant à l'hermaphroditisme com-

plet des anguilles, M. Ercolani donne une description des organes reproducteurs qui diffère considérablement de celle que nous devons à ses collègues de Pavie. Il ne voit dans le testicule droit qu'un organe atrophié, et considère celui de gauche comme étant le seul qui soit appelé à fonctionner, tandis que MM. Balsamo-Crivelli et Maggi n'ont jamais vu le testicule gauche qu'à l'état rudimentaire, et ont par contre trouvé des zoospermes bien caractérisés dans celui de droite. Il se pourrait cependant que ces divergences si prononcées fussent plus apparentes que réelles, et que l'on arrivât à les expliquer lorsqu'on aura étudié la série des phases par lesquelles passent les organes reproducteurs des anguilles d'eau douce et de mer à toutes les époques de l'année. Il faudra aussi s'assurer si ces différences ne tiennent pas à des influences locales ou à des particularités spécifiques. Nous devons, à ce propos, mentionner une observation très-intéressante due à MM. Balsamo-Crivelli et Maggi et relative à la distinction spécifique des anguilles qui ne reposait jusqu'à présent sur rien de précis. Les caractères dont on s'était servi pour distinguer les espèces d'anguilles d'Italie paraissent insuffisants, et les *A. acutirostris* et *latirostris* de Yarrell ne doivent probablement être considérées que comme des variétés. Les deux professeurs de Pavie sont arrivés à reconnaître dans les anguilles de leur pays deux espèces, dont l'une, qu'ils nomment *A. orthoentera*, a l'intestin à peu près en ligne droite, et dont l'autre, à laquelle ils donnent le nom un peu barbare de *A. anacamptoentera*, a un intestin flexueux. A cette différence d'organisation interne correspondent certaines différences extérieures tirées de la position relative de l'anus. Les auteurs ne nous disent pas s'ils se sont assurés d'une identité de structure dans les organes reproducteurs de leurs deux espèces. Or, nous devons faire remarquer que la figure qu'ils donnent de ces organes représente un individu appartenant à l'*A. orthoentera*, tandis que la figure donnée par M. Ercolani a été faite d'après un individu à intestin flexueux, c'est-à-dire appartenant à l'*A. anacamptoentera*.

Ces deux espèces n'offriraient-elles point quelques différences dans le développement relatif des parties de leurs organes mâles? Ce n'est guère probable; toutefois, nous croyons devoir poser la question aux naturalistes qui sont placés de manière à pouvoir la résoudre. A. H.

Dr Max Huss. Beitræge zur Entwickelungsgeschichte der Milchdrüsen beim Menschen und bei Wiederkæuern. (*Jen. Zeitschrift für Naturw. u. Medicin*, vol. VII, 2me livraison, 1872, p. 176-203 avec deux planches.) — Carl Gegenbaur. Bemerkungen über die Milchdrüsen-papillen der Sæugethiere. (*Ibidem*, p. 204-217.)

Les mammifères supérieurs présentent, comme l'on sait, dans la structure de leurs mamelles, deux types très-distincts. Chez les uns, les canaux lactifères viennent déboucher en nombre, et indépendamment les uns des autres au sommet de la papille mammaire ou teton. Chez les autres, ces glandes déversent leur contenu dans la citerne, réservoir commun situé dans la profondeur de la glande, et ce réservoir communique avec l'extérieur par un canal unique, qui débouche au sommet du pis.

Établir, par l'étude embryogénique de ces deux types, des rapports qui permettent de les comparer entre eux au point de vue morphologique, tel est le but que se propose Max Huss, l'auteur du premier article que nous analyserons.

A cet effet, le développement des glandes mammaires, chez l'homme et chez la race bovine, a été suivi pas à pas.

Chez l'homme, on voit apparaître d'abord, de chaque côté, une petit bouton qui présente à son centre un renfoncement, et occupe exactement la position de se qui sera le sein. Au fond de ce renfoncement, l'épiderme est considérablement épaissi. Le réseau de Malpighi s'enfonce de plus en plus en cet endroit, et forme des digitations qui s'allongent et donnent naissance aux canaux lactifères. A l'extrémité de chacun

de ces canaux naissent par bourgeonnement une série de canaux de seconde génération, et ainsi de suite. — La légère saillie (papille primitive), que l'on remarquait d'abord à la surface se perd, et l'aréole s'entoure d'un bourrelet circulaire; cette circonvallation renferme donc dans son enceinte les orifices de tous les canaux lactifères. Autrement dit, ces canaux viennent tous déboucher dans une cavité commune. Cette cavité s'efface petit à petit. et se transforme en une saillie, et finalement en une papille, tandis que le bourrelet circulaire subsiste encore longtemps sans gagner en importance et marque la limite de l'aréole mammaire. La papille n'atteint souvent son plein développement que lorsqu'elle a servi à un premier allaitement.

Chez la génisse, l'on voit naître de chaque côté trois rudiments de mammelles dont l'un reste à l'état rudimentaire, deux seulement, de chaque côté, continuant à se développer. Leur premier rudiment se compose: 1° d'une petite saillie résultant d'un épaississement de l'épiderme et du derme; 2° d'un bourrelet qui entoure cette saillie. Ce bourrelet s'accroît, tandis que la partie centrale s'enfonce en forme de bouteille. Du fond de la bouteille partent les digitations qui donnent naissance à la glande proprement dite, exactement par le même procédé que chez la femme; la circonvallation s'élève rapidement et donne naissance au pis de la vache.

C'est donc au fond de la citerne du ruminant qu'il faut aller chercher la partie qui correspond au sommet de la papille du primate. Ces deux organes ne sont pas homologues, mais peuvent se déduire l'un de l'autre. En effet, renfoncez par l'imagination la papille de la femme, retournez-la comme un doigt de gant et ces organes deviendront strictement comparables; le bord de l'aréole correspondra à l'orifice du pis de la vache.

Partant de ces résultats, Gegenbaur cherche le point commun d'où ces deux organisations diverses ont pu se développer, et passe en revue toute la classe des mammifères. Le premier type se rencontre chez l'homme, les singes, les prosimiens,

les carnivores, les édentés, les rongeurs, l'éléphant, le rhinocéros et les sirénoïdes. Le second type n'est représenté que par les cétacés, les ruminants et les solipèdes.

Remontant encore plus haut pour trouver le point de départ que nous cherchons, nous arrivons aux marsupiaux. D'après les recherches de J. Morgan, la mamelle du jeune Kangourou se compose d'un canal dans le fond duquel se trouve une petite papille. C'est sur cette papille que viennent déboucher isolément un grand nombre de canaux lactifères. Lors du premier allaitement, ce canal se retourne, et la papille se trouve former le sommet d'une mamelle assez longue et que le petit prend dans sa bouche.

Ces deux états successifs de la mamelle du Kangourou correspondent aux deux types que nous rencontrons chez les mammifères supérieurs. Le Kangourou est un exemple du type indifférent d'où les deux autres types ont pu découler en suivant des lignes divergentes. Supposons en effet que l'animal nouveau-né devienne plus gros que chez les didelphes, se rapprochant ainsi par ses dimensions du petit des ruminants. Il pourra alors prendre dans sa bouche les bords relevés du canal mammaire, et teter sans que la papille se retourne. Cette vue est confirmée par le fait que le nouveau-né des ruminants, des solipèdes et des porcs vient au monde à un état bien autrement développé que le jeune des animaux, dont la mamelle présente le premier type d'organisation. L'on comprend facilement comment un état, qui n'était d'abord que passager, à pu être fixé et plus ou moins modifié par l'adaptation dans la suite des temps.

Mais si une organisation semblable à celle du Kangourou explique très-bien les deux types que présentent les mammifères supérieurs, cette organisation elle-même paraît inexplicable au priemier abord. Pourquoi se forme-t-il d'abord un canal qui n'est destiné qu'à se retourner plus tard? Ce sont les monotrèmes qui nous donnent la clef de l'énigme.

Chez l'ornithorhynque, les glandes lactifères déversent leur contenu à la surface de la peau en deux endroits; la papille

fait entièrement défaut, et du reste, la structure de la bouche du nouveau-né ne lui permettrait pas de teter. La mère allaite son petit en lui versant son lait dans la bouche. Chez l'Échidné, nous voyons les glandes déboucher, non pas sur une papille, mais dans le fond d'une cavité, dans laquelle le jeune introduit à ce qu'il paraît la tête, sinon tout le corps, pour boire le liquide nourricier. Le jeune Kangourou, protégé par la poche marsupiale de la mère n'avait plus besoin de s'introduire dans le canal mammaire, aussi ce canal s'est-il retourné et transformé en une papille.

En résumé, la structure des mamelles s'explique par une différenciation dont le point de départ se trouve chez l'ornithorhynque, série d'abord unique, puis double et divergente. Et cette hypothèse devient encore plus plausible par sa concordance avec les données de l'embryogénie comparée des animaux supérieurs.

La classification des mammifères suivant les types de structure de leurs mamelles correspond dans ses grands traits avec la classification placentaire. Cependant il y a des exceptions importantes. La plupart ne tiennent peut-être qu'à l'état imparfait de nos connaissances sur le développement des animaux en question. Mais pour expliquer la position des édentés dont les mamelles présentent le premier type sans que leur placenta soit caduque, il faudrait admettre que cet ordre s'est développé par évolution, directement depuis l'état didelphe et indépendamment des autres ordres de mammifères.

Le champ n'est, on le voit, qu'entamé; bien des points restent à éclaircir qui n'ont pas même été abordés : ainsi les considérations sur le nombre des canaux lactifères, sur le rôle que peut jouer l'adaptation dans la modification de la forme de ces organes. N'oublions pas que ces travaux ne sont qu'un premier aperçu, et que c'est aux premiers pionniers qu'incombe la tâche la plus difficile et la plus méritoire. H. F.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE MAI 1872.

Le 1er, rosée le matin ; fort orage avec éclairs et tonnerres de 10 $^1/_4$ à 11 h. du soir.
2, à 10 $^1/_4$ h. du matin tonnerres à l'Ouest.
3, forte rosée le matin ; de 11 $^3/_4$ h. à midi quelques coups de tonnerre à l'Ouest.
4, forte rosée le matin.
10, il a neigé sur le grand Salève et sur les Voirons.
13, à 2 $^1/_4$ h. tonnerres au SO.
15, forte rosée le matin.
16, halo lunaire dans la soirée.
19, forte rosée le matin.
20, de 6 $^3/_4$ à 7 $^1/_2$ h. éclairs et tonnerres, l'orage passe du Sud au Nord.
Du 27 au matin au 29 à 6 h. du soir forte bise.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm
Le 3 à 10 h. matin	731,13
7 à 6 h. matin	724,80
10 à 10 h. soir	724,62
15 à 6 h. matin	727,24
20 à 10 h. soir	723,47
23 à 10 h. matin	726,93
26 à 6 h. matin	731,84

MINIMUM.	mm
Le 5 à midi	720,54
8 à 4 h. après m.	721,72
12 à 2 h. après m.	720,44
17 à 8 h. soir	716,02
21 à midi	720,71
24 à 2 h. après m.	721,18
31 à 4 h. après m.	724,76

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Écart avec la temp. normale	Minim.	Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Écart avec la fraction norm.	Minim.	Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	0
1	728,71	+ 3,98	+14,70	+ 3,75	+ 7,8	+20,2	9,08	+2,21	727	+ 15	520	930	...	...	N. 1	0,74	10,9	+ 1,0	—
2	728,94	+ 4,18	+14,05	+ 2,95	+11,4	+20,0	9,70	+2,76	819	+107	640	980	8,1	5	variable	0,82	10,7	+ 0,7	—
3	730,56	+ 5,77	+13,53	+ 2,29	+ 9,0	+20,4	8,92	+1,91	782	+ 69	480	950	0,5	1	variable	0,58	10,7	+ 0,6	119
4	725,47	+ 0,65	+15,45	+ 4,07	+ 7,5	+21,3	7,59	+0,51	600	—113	340	990	...	...	OSO. 1	0,77	11,4	+ 1,2	117
5	721,20	— 3,65	+13,86	+ 2,34	+11,6	+18,3	8,60	+1,45	756	+ 43	510	920	1,1	3	SSO. 1	0,97	—	—	116
6	722,68	— 2,21	+ 9,70	— 1,96	+ 8,7	+12,6	7,51	+0,29	851	+138	670	920	12,5	9	SO. 1	0,93	9,0	— 1,5	117
7	723,45	— 1,48	+14,94	+ 3,14	+10,0	+19,2	6,58	—0,71	544	—169	360	750	...	...	SSO. 2	0,37	8,4	— 2,2	119
8	722,73	— 2,24	+14,52	+ 2,57	+11,0	+18,6	6,62	—0,74	555	—158	440	630	...	...	SSO. 2	0,67	7,4	— 3,3	120
9	723,58	— 1,43	+ 9,87	— 2,22	+ 6,2	+14,0	6,06	—1,38	698	— 15	520	890	3,3	3	variable	0,82	6,7	— 4,1	—
10	724,29	— 0,76	+ 7,60	— 4,63	+ 5,1	+12,8	5,44	—2,08	712	— 1	550	820	1,6	3	variable	0,88	6,7	— 4,2	120
11	722,54	— 2,61	+ 7,33	— 5,04	+ 3,5	+11,6	5,94	—1,66	789	+ 75	570	980	1,6	3	N. 1	0,76	7,8	— 3,2	119
12	720,88	— 4,32	+ 6,62	— 5,89	+ 4,2	+11,7	5,23	—2,45	738	+ 24	510	850	2,3	6	SO. 1	0,94	—	—	116
13	722,92	— 2,33	+ 6,79	— 5,87	+ 3,2	+12,0	5,05	—2,71	726	+ 12	360	970	10,7	6	SSO. 1	0,73	8,6	— 2,6	117
14	726,24	+ 0,94	+ 6,70	— 6,10	+ 2,7	+10,8	6,40	—1,44	866	+152	690	970	6,9	10	N. 1	0,91	8,6	— 2,7	114
15	726,54	+ 1,19	+11,96	— 0,98	+ 4,5	+20,9	8,52	+0,61	810	+ 96	470	980	...	...	variable	0,74	9,4	— 2,0	112
16	724,23	— 1,17	+13,49	+ 0,41	+ 9,5	+17,7	9,14	+1,16	799	+ 85	620	940	...	...	N. 1	0,63	9,7	— 1,8	—
17	718,99	— 6,46	+16,24	+ 3,02	+10,4	+23,5	9,32	+1,27	688	— 26	460	910	...	...	N. 1	0,48	9,9	— 1,7	116
18	718,42	— 7,08	+16,42	+ 3,05	+13,9	+19,8	8,94	+0,82	667	— 46	520	820	...	...	SSO. 1	0,77	11,2	— 0,5	116
19	720,56	— 4,99	+15,49	+ 1,98	+ 9,5	+23,6	8,63	+0,44	702	— 11	340	950	...	..	variable	0,73	—	—	119
20	723,23	— 2,36	+15,10	+ 1,45	+10,5	+20,9	8,97	+0,71	719	+ 6	490	970	11,3	4	variable	0,76	10,6	— 1,4	119
21	721,63	— 4,00	+11,50	— 2,29	+10,2	+13,2	9,81	+1,48	985	+272	870	1000	25,7	12	variable	1,00	10,8	— 1,3	120
22	724,71	— 0,96	+ 9,86	— 4,06	+ 8,8	+13,0	8,10	—0,30	911	+198	680	970	11,3	11	variable	0,99	10,8	— 1,4	—
23	726,18	+ 0,47	+11,49	— 2,56	+ 8,0	+18,4	7,66	—0,81	778	+ 65	510	940	3,7	5	N. 1	0,92	11,4	— 0,9	122
24	722,64	— 3,11	+11,44	— 2,74	+ 9,0	+16,3	8,65	+0,11	871	+158	710	990	14,3	12	NE. 1	0,99	12,7	+ 0,3	125
25	727,16	+ 1,37	+ 9,33	— 4,98	+ 8,4	+11,9	8,04	—0,57	934	+221	750	950	18,2	19	S. 1	1,00	12,1	— 0,4	131
26	731,18	+ 5,35	+11,90	— 2,55	+ 8,2	+15,3	7,15	—1,53	707	— 5	450	900	...	...	N. 2	0,86	—	—	139
27	729,89	+ 4,02	+12,74	— 1,84	+ 8,0	+16,4	6,55	—2,20	607	—105	500	700	...	...	N. 3	0,16	12,6	— 0,1	146
28	729,94	+ 4,03	+14,27	— 0,45	+ 9,5	+17,7	6,69	—2,13	561	—151	340	740	...	...	NNE. 2	0,21	12,7	— 0,1	150
29	728,13	+ 2,18	+14,45	— 0,40	+11,6	+18,0	7,76	—1,12	654	— 58	460	770	...	...	NNE. 2	0,47	12,8	— 0,1	153
30	726,98	+ 0,99	+15,09	+ 0,11	+10,4	+19,1	7,64	—1,31	615	— 97	420	820	..	..	N. 1	0,58	13,3	+ 0,3	148
31	725,75	— 0,28	+14,59	— 0,52	+ 8,3	+21,5	8,21	—0,81	672	— 40	440	850	...	...	variab'e	0,62	13,2	+ 0,1	144

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
					Baromètre.				
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,42	725,47	725,40	725,04	724,73	724,53	724,57	725,04	725,41
2e »	722,99	722,92	722,67	722,33	721,87	721,67	721,86	722,32	722,64
3e »	727,65	727,11	726,77	726,47	726,24	726,20	726,58	726,95	727,26
Mois	725,22	725,23	725,03	724,67	724,34	724,20	724,39	724,84	725,17
					Température.				
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 9,97	+12,29	+13,90	+15,25	+16,21	+15,81	+14,44	+12,87	+11,88
2e »	+ 8,71	+10,73	+12,49	+14,27	+15,60	+15,19	+13,06	+11,76	+10,67
3e »	+10,55	+11,86	+13,03	+14,39	+15,44	+15,03	+14,01	+12,54	+11,74
Mois	+ 9,77	+11,64	+13,14	+14,63	+15,74	+15,33	+13,84	+12,40	+11,44
					Tension de la vapeur.				
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	7,53	7,93	7,72	7,71	7,61	7,51	7,44	7,67	7,69
2e »	7,37	7,46	7,47	7,63	7,32	7,64	7,51	8,23	8,23
3e »	8,25	8,17	7,94	7,83	7,63	7,47	7,68	8,00	7,92
Mois	7,73	7,86	7,72	7,73	7,52	7,54	7,55	7,97	7,95
					Fraction de saturation en millièmes.				
1re décade	826	739	653	607	557	567	611	694	744
2e »	863	770	714	616	555	585	668	791	850
3e »	867	796	722	651	602	608	661	756	781
Mois	853	769	697	626	572	587	647	747	791

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 8,83	+17,74	0,75	9,10	27,1	118,3
2e »	+ 7,19	+17,25	0,74	9,47	32,8	116,4
3e »	+ 9,13	+16,44	0,71	12,24	53,2	137,8
Mois	+ 8,41	+17,12	0,73	10,37	113,1	125,2

Dans ce mois, l'air a été calme 3,91 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,85 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 33°,8 O., et son intensité est égale à 12,51 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE MAI 1872.

Le 1er, brouillard depuis midi.
3, brouillard le matin et le soir.
5, brouillard et neige tout le jour.
6, brouillard et neige jusqu'au soir.
8, brouillard tout le jour.
9, brouillard tout le jour, neige.
10, brouillard tout le jour.
11, brouillard tout le jour, neige.
12, brouillard tout le jour, neige.
13, clair le matin, brouillard et neige depuis midi.
14, brouillard et neige tout le jour.
15, brouillard tout le jour.
16 au 31, le brouillard a régné presque sans interruption.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 3 à 10 h. soir	567,90	Le 6 à 4 h. après m.	560,24
7 à 8 h. soir	562,92	10 à 8 h. matin	557,16
10 à 10 h. soir	559,09	12 à 10 h. matin	555,61
15 à 4 h. après m.	566,57	18 à midi	560,53
20 à 6 h. soir	564,72	22 à 6 h. matin	559,16
23 à 10 h. soir	564,08	25 à 6 h. matin	559,81
28 à 10 h. soir	567,25	31 à 6 h. matin	564,20

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	Vent dominant.		Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.				
1	565,93	+ 3,21	565,64	566,24	+ 2,54	+ 3,97	+ 1,7	+ 5,0	.....	.....	....	NE.	1	0,84
2	566,62	+ 3,80	565,76	567,36	+ 2,29	+ 3,57	— 0,5	+ 7,0	.....	.....	....	NE.	1	0,87
3	567,66	+ 4,74	567,38	567,90	+ 1,44	+ 2,58	— 0,8	+ 5,0	..20.	.2,3.	....	NE.	1	0,70
4	564,43	+ 1,41	563,20	566 08	+ 2,53	+ 3,53	0,0	+ 5,6	.....	12,4.	....	SO.	1	0,67
5	561,37	— 1,74	561,02	562,16	— 0,60	+ 0,26	— 0,5	+ 0,3	.140.	15,8.	....	SO.	2	0,99
6	560,41	— 2,79	560,24	560,92	— 1,19	— 0,47	— 1,6	+ 0,2	.130.	13,4.	....	SO.	2	0,79
7	562,53	— 0,77	561,86	562,92	+ 1,12	+ 1,70	— 3,0	+ 4,8	.....	.....	....	SO.	1	0,47
8	562,00	— 1,40	561,75	562,19	+ 0,68	+ 1,12	— 0,4	+ 2,8	.....	.....	....	SO.	1	0,98
9	559,14	— 4,36	558,74	560,08	— 2,91	— 2,61	— 7,2	+ 0,6	..60.	.8,2.	....	NE.	1	0,94
10	558,06	— 5,54	557,16	559,09	— 6,83	— 6,67	— 7,6	— 3,2	.....	.....	....	NE.	2	0,94
11	557,88	— 5,81	557,50	558,37	— 4,67	— 4,65	— 8,2	0,0	..25.	.4,2.	....	NE.	1	0,82
12	556,02	— 7,77	555,61	556,98	— 4,43	— 4,55	— 8,4	+ 1,8	.240.	17,7.	....	NE.	1	0,97
13	558,34	— 5,55	557,27	559,42	— 6,89	— 7,15	—10,6	— 2,4	..30.	.5,4.	....	SO.	2	0,68
14	563,79	— 0,20	562,41	565,22	— 4,23	— 4,63	— 6,5	— 2,2	..60.	.9,2.	....	SO.	3	1,00
15	566,30	+ 2,21	565,50	566,57	— 0,99	— 1,52	— 4,6	+ 1,2	.....	.....	....	SO.	1	0,77
16	564,92	+ 0,74	564,54	565,65	+ 2,92	+ 2,26	+ 0,4	+ 5,7	.....	.....	....	SO.	1	0,63
17	562,70	— 1,58	561,64	563,30	+ 2,34	+ 1,54	+ 0,8	+ 5,3	.....	.1,2.	....	SO.	2	0,92
18	561,17	— 3,21	560,53	561,89	+ 0,53	— 0,40	+ 0,4	+ 1,7	.....	.4,4.	....	SO.	2	1,00
19	562,98	— 1,50	562,07	563,59	+ 1,10	+ 0,04	+ 0,2	+ 2,6	.....	.....	....	SO.	1	0,99
20	563,80	— 0,77	561,84	564,72	+ 1,00	— 0,19	0,0	+ 2,8	.....	27,6.	....	SO.	2	0,98
21	560,64	— 4,02	559,31	563,40	— 0,06	— 1,38	— 2,0	+ 2,8	..85.	76,7.	....	SO.	1	0,99
22	561 04	— 3,72	559,16	562,44	— 2,23	— 3,68	— 3,5	0,0	..35.	.3,7.	....	NE.	1	0,98
23	563,56	— 1,30	562,78	564 08	— 2,32	— 3,90	— 5,2	— 0,2	..20.	.5,0.	....	SO.	1	0,82
24	562,32	— 2,63	561,30	563,00	— 2,01	— 3,72	— 2,4	— 0,9	.130.	31,7.	....	SO.	2	1,00
25	562,94	— 1 10	559,81	565,89	— 1,70	— 3,53	— 3 5	+ 2,4	..20.	.3,1.	....	NE.	2	1,00
26	566,76	+ 1,63	566,01	567,20	— 1,05	— 3,00	— 3,2	+ 2,3	.....	.....	....	NE.	1	1,00
27	566,60	+ 1,37	566,29	566,83	+ 1,52	— 0,55	— 1,4	+ 7,1	.....	.....	....	NE.	1	0,87
28	566,78	+ 1,46	566,42	567,25	+ 0,58	— 1,61	— 2,4	+ 3,8	.....	.....	....	NE.	1	0,82
29	566,07	+ 0,66	565,74	566,51	+ 2,24	— 0,07	— 1,8	+ 8,6	.....	.....	....	NE.	1	0,86
30	565,09	— 0,41	564,91	565,28	+ 1,18	— 1,25	— 1,3	+ 4,0	.....	.....	....	NE.	1	0,86
31	564,50	— 1,09	564,20	565,01	+ 3,74	+ 1,19	— 0,7	+ 9,5	.....	.....		NE.	1	0,90

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE MAI 1872.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	562,87	562,82	562,89	562 89	562,83	562,74	562,72	562,89	562 96
2e «	561,45	561,55	561,67	561,71	561,79	561,89	561,95	562,14	562,22
3e «	563 95	564,17	564,25	564,22	564,29	564,24	564,21	564,36	564,45
Mois	562,80	562,89	562,98	562,98	563,01	563,00	563,00	563,17	563,25

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 1,07	+ 0,10	+ 1,61	+ 2,61	+ 2,20	+ 1,37	— 0,07	— 0,84	— 1,44
2e «	— 3,41	— 1,85	+ 0,03	+ 1,01	+ 0,67	+ 0,44	— 0,69	— 1,22	— 1,66
3e «	— 1,92	— 0,07	+ 1,60	+ 2,77	+ 2,75	+ 2,32	+ 0,16	— 1,02	— 1,37
Mois	— 2,13	— 0,59	+ 1,10	+ 2,15	+ 1,90	+ 1,41	— 0,19	— 1,03	— 1,49

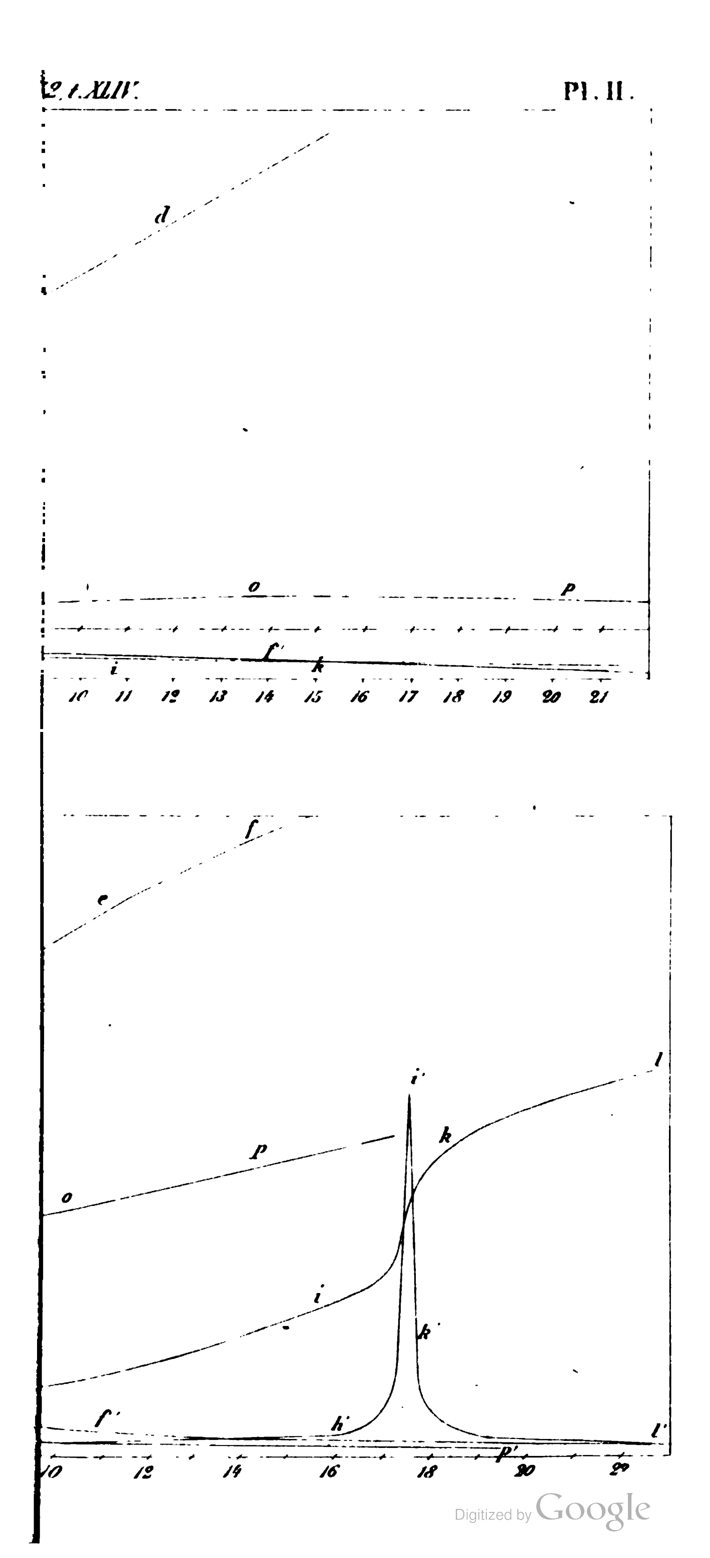
	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 1,99	+ 2,81	0,82	52,1	250
2e «	— 3,65	+ 1,63	0,88	69,7	355
3e «	— 2,49	+ 3,58	0,92	120,2	290
Mois	— 2,70	+ 2,70	0,87	242,0	895

Dans ce mois, l'air a été calme 9,32 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,88 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° O., et son intensité est égale à 7,53 sur 100.

* Voir la note du tableau.


d
o
p
f'
i
k
10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21
f
e
i'
l
k
p
o
i
k'
f'
h'
l'
p'
10 12 14 16 18 20 22

NOUVELLES EXPÉRIENCES
FAITES
AVEC LE PENDULE A RÉVERSION
ET
DÉTERMINATION DE LA PESANTEUR A GENÈVE ET AU RIGHI-KULM

PAR

M. E. PLANTAMOUR

Mémoire in-4° de 88 pages. Genève et Bâle, 1872.

(Extrait, suivi de quelques détails sur des mesures du pendule récemment exécutées en Russie).

Il a déjà paru, dans le cahier de novembre 1866 des *Archives*, une analyse du premier mémoire de M. le professeur Plantamour sur les expériences faites à Genève avec le pendule à réversion, mémoire publié la même année dans le tome XVIII du recueil de ceux de notre Société de Physique et d'Histoire naturelle. Je ne reviendrai donc pas ici sur les détails donnés dans cette analyse sur l'instrument employé et sur le mode d'observation, et je me bornerai à un compte rendu sommaire des nouvelles expériences du pendule faites à Genève, de celles exécutées sur le Righi-Kulm, et de leurs résultats.

M. Plantamour avait reconnu insuffisantes, dans son premier mémoire, quelques-unes des données employées dans la réduction de ses observations, pour obtenir la détermination cherchée avec toute l'exactitude convenable. M. Hirsch et lui ont d'abord exécuté, en janvier 1870 et 1871, à l'aide du comparateur du Bureau fédéral des poids et mesures à Berne, des comparaisons du pendule

à réversion avec un nouveau mètre étalon en argent, dont ils avaient déterminé le coefficient absolu de dilatation par des expériences faites à la même époque. M. Plantamour a fait ensuite à Genève deux nouvelles séries d'observations du pendule, en février et en août 1871, époques où la température était très-différente, savoir en moyenne de $+3^{\circ}$ C. dans la première et de $+24^{\circ}$ dans la seconde; estimant que la combinaison de ces deux séries, faites d'ailleurs dans des circonstances identiques et avec le même appareil, fournirait le meilleur moyen de déterminer le coefficient de dilatation du pendule, et la différence entre ce coefficient et celui de l'échelle.

Les détails de ces observations et leur discussion font l'objet des quatre premiers chapitres du nouveau mémoire.

Le chapitre V est consacré à une nouvelle réduction des observations antérieures, faites en 1865 et 1866. Cette réduction donnant un résultat bien d'accord avec celui déduit des expériences de 1871, M. Plantamour a pu combiner, dans le sixième chapitre, toutes les observations qu'il a faites à Genève pour en déduire la pesanteur.

La moyenne générale des vingt-cinq déterminations donne, pour la longueur du pendule simple faisant dans le vide, à Genève, une oscillation dans une seconde de temps moyen, longueur estimée en lignes de l'ancien pied de Paris:

$440^{l},36035$ avec une erreur moyenne de $\pm 0^{l},00095$.

Cette valeur correspond en mesures métriques à

$0^{m},9933778$.

Il en résulte pour l'expression de la pesanteur g à Ge-

nève, ou du double de l'espace parcouru dans le vide par un corps pesant pendant la première seconde de sa chute, à la latitude de 46°12', et à une hauteur de 408 mètres au-dessus du niveau de la mer :

$g = 9^m,804246$ avec une erreur probable de $\pm 0^m,000014$.

Ce résultat repose sur l'hypothèse de l'exactitude absolue de l'échelle du pendule à laquelle l'intervalle entre les couteaux a été comparé. Lorsque le Bureau fédéral des poids et mesures sera en possession de la copie du mètre international qui aura été adopté, à la suite des travaux de la commission spéciale chargée de cet objet, on obtiendra l'équation de l'étalon d'argent auquel l'échelle du pendule a déjà été comparée, et on déterminera la très-légère correction qui pourra en résulter.

Le chapitre VII et dernier est relatif aux observations du pendule faites à la cime du Righi par M. Plantamour, du 11 au 29 juillet 1867, suivant le même système que celles de Genève, et à la détermination de la pesanteur qui en résulte pour cette nouvelle station.

La lunette avec laquelle on observait, à l'aide de l'enregistrement électrique, les passages d'un point de repère sur la monture du couteau, était placée au nord du pendule à une distance de $5^m,87$. L'emplacement du pilier sur lequel le pendule reposait était une pièce du rez-de-chaussée, située à l'angle Sud-Ouest de l'ancien hôtel. Cet emplacement est marqué dans un plan topographique du Righi-Kulm, inséré dans le mémoire sur la détermination télégraphique des différences de longitude entre cette station et les observatoires de Zurich et de Neuchâtel, publié à Genève en 1871 par MM. Plantamour et Hirsch, et dont une analyse a paru dans le cahier de janvier 1872

des *Archives*. Le centre de figure du pendule se trouvait à 12 mètres au-dessous du pied du signal, dont la hauteur au-dessus du niveau de la mer est de 1800 mètres d'après Eschmann. Il se trouvait ainsi à $1379^{m},5$ au-dessus du niveau où il était à Genève, et à une latitude plus boréale de 50′30″.

Les observations de l'amplitude des oscillations et des instants des passages se succédaient de six en six minutes, jusqu'à ce qu'on eut 3000 oscillations, qui s'effectuaient en 37 minutes 41 secondes. On faisait d'abord chaque jour deux séries consécutives de ce genre, avec la même suspension du couteau; on comparait entre eux chaque passage pair et impair correspondant des deux séries, et on prenait la moyenne de toutes les valeurs ainsi obtenues, en notant au commencement et à la fin la température, à l'aide d'un thermomètre suspendu au centre de l'appareil. Une série semblable d'opérations était faite après avoir retourné le pendule et l'avoir suspendu sur l'autre couteau. Nous ne pouvons entrer ici dans le détail de ces différentes opérations et de la réduction des observations.

Les instants étaient notés, dans ces observations, au moyen du chronomètre électrique construit par MM. Dubois et Hipp, qui a servi aussi pour les déterminations de longitude. Le temps ayant été généralement défavorable à cette époque, dans cette station, les observations d'étoiles faites au Righi auraient laissé de l'incertitude sur la marche de ce chronomètre; mais on a eu heureusement un moyen bien plus exact de la déterminer, par les comparaisons télégraphiques de ce chronomètre avec la pendule de l'observatoire de Neuchâtel, faites chaque soir pour les recherches relatives à la longitude. On a pu constater ainsi

une marche très-régulière pour ce chronomètre du 11 au 29 juillet. Il y a eu le 16 une seule irrégularité, qu'on doit peut-être attribuer à la décharge électrique qui éclata dans le laboratoire, lorsque la foudre frappa le signal dans la nuit du 15 au 16 juillet.

La diminution de la densité de l'air au Righi-Kulm a pour effet d'y ralentir le décroissement de l'amplitude des oscillations du pendule.

En définitive, la longueur du pendule simple faisant, en cette station, une oscillation par seconde de temps moyen, est, d'après les dix jours d'observation, de $440^l,23995$, avec une erreur moyenne de $\pm 0^l,0021$.

Cette même longueur, en mesure métrique, est de $0^m,9931060$, et il en résulte pour la pesanteur au Righi-Kulm :

$$g = 9^m,801565 \text{ avec une erreur probable de } \pm 0^m,0000315.$$

En réduisant la pesanteur trouvée à Genève à la latitude et à la hauteur de la station du Righi, et en prenant ensuite la différence entre les deux valeurs, M. Plantamour a constaté que l'attraction exercée par la montagne sur un point placé à son sommet est $\frac{1}{12300}$ de la pesanteur, avec une erreur probable de $\pm \frac{1}{300000}$.

Cet astronome a effectué, dès lors, des expériences du même genre, soit sur la montagne jurassienne du Weissenstein au-dessus de Soleure, soit à l'observatoire de Berne, et il se propose d'en faire aussi cet été sur le Gaibris, près de Gaïs, canton d'Appenzell.

Le numéro du 9 juin 1871 des *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres contient un extrait d'un

mémoire de M. A. Sawitsch *sur les variations de la gravité dans les provinces occidentales de la Russie,* résultant d'un travail considérable, tout à fait analogue à ceux dont je viens de parler, et effectué avec le même genre d'instruments.

L'Académie des Sciences de St.-Pétersbourg a désiré joindre à la mesure très-précise d'un grand arc de méridien en Russie, une série étendue d'observations du pendule, faites en un certain nombre de stations le long de cet arc, depuis *Tornea* en Finlande jusqu'à *Ismail* en Moldavie. Les observations entre Tornea et Pétersbourg ont été faites, pendant l'été de 1865, par MM. Sawitsch et Lenz ; celles entre Pétersbourg et Ismail ont été effectuées, en 1866 et 1868, par MM. Sawitsch et Smyslof. Deux pendules à réversion, construits par M. Repsold de Hambourg, ont été mis à la disposition des observateurs, ainsi qu'une règle de mesure du même artiste, pour examiner la distance entre les deux couteaux de suspension. Cette règle a été comparée par M. Smyslof avec l'étalon normal de Troughton et Simms déposé à l'observatoire de Poulkowa, et M. Brauer de Pétersbourg a fourni un appareil pour déterminer le centre de gravité des pendules, ainsi que pour vérifier le parallélisme des couteaux.

Les observations de la durée des oscillations du pendule ont consisté à noter l'instant des coïncidences du pendule, et d'une pendule dont la marche diurne était déduite de comparaisons avec des chronomètres. Ces derniers étaient réglés par des passages d'étoiles, observés avec une lunette méridienne, érigée sur un massif de pierre. On déterminait trois ou quatre coïncidences, et la température, au commencement, au milieu et à la fin de chaque série d'oscillations du pendule. Trois thermo-

mètres étaient placés dans l'intérieur de la loge où le pendule était établi à l'abri du vent : le premier au haut, le deuxième au centre et le troisième au bas de l'appareil, et on notait aussi la hauteur du baromètre au commencement et à la fin de chaque série.

L'objet principal de ces opérations étant de recueillir de nouvelles données sur les variations de la gravité, en les comparant à celles déjà trouvées en d'autres stations, M. Sawitsch a pris pour base de ses résultats la longueur du pendule simple dans le vide à Pétersbourg de 441^{l},0319, déduite de comparaisons précédentes, faites par le comte Luetke, des oscillations d'un pendule invariable observées par lui à Pétersbourg et à l'observatoire de Greenwich. Il a préféré adopter cette valeur, plutôt que celle de 440^{l},958 qu'il avait obtenue directement, pour mieux lier ses expériences avec les précédentes; et il rapporte ensuite, d'après cette première donnée, les valeurs déduites des observations faites en onze autres stations. Voici celles qui se rapportent aux principales localités :

	Latitude boréale.	Longueur du pendule en lignes du pied français.
Tornea.......	65°50′43″	441^{l},2525
Pétersbourg...	59.56.30.	441 ,0319
Réval.........	59.26.37.	441 ,0190
Dorpat........	58.22.47.	440 ,9762
Wilna........	54.41. 2.	440 ,8353
Bélin.........	52. 2.22.	440 ,7268
Kischinef......	47. 1.50.	440 ,5278
Ismail........	45.20.34.	440 ,4479

Pour examiner l'exactitude de chacun de ces résultats, M. Sawitsch a comparé la longueur du pendule, observée en chaque station, avec la longueur correspondante dé-

duite des formules données dans son mémoire. Les différences en plus ou en moins sont en général assez faibles; elles ne s'élèvent qu'en un seul cas, celui de Tornea, à $0^{l},02$, et leurs sommes se compensent mutuellement.

« On trouve, dit M. Sawitsch, dans l'ouvrage de M. W. Struve sur la mesure d'un arc du méridien entre le Danube et la mer Arctique, une discussion détaillée des latitudes des principales stations entre le Cap Nord et le Danube. Les différences entre les latitudes trouvées directement par des observations astronomiques et celles déduites des opérations géodésiques ne s'y élèvent qu'à $\pm 1'',75$. Quoique ces différences soient beaucoup plus grandes que les erreurs d'observation, elles sont loin d'atteindre celles qui ont été trouvées dans d'autres contrées. Nos stations sont dans le voisinage de celles dont parle M. Struve. Il paraît donc que, dans les vastes plaines de la Russie occidentale, les directions et les intensités de la gravité ne sont pas sujettes à des anomalies produisant des changements sensibles d'une de nos stations à une autre. »

Les pendules à réversion, qui ont servi pour les expériences de M. Sawitsch en Russie, ont été mis ensuite à la disposition du colonel Walker, surintendant de la grande triangulation dans l'Inde britannique.

Alfred GAUTIER.

DE L'UTILITÉ

DES

CARTES GÉOLOGIQUES POUR L'AGRICULTURE

Par M. E. RISLER.

Depuis une vingtaine d'années l'agriculture est sortie des règles empiriques au milieu desquelles elle tâtonnait depuis l'origine de nos civilisations, et elle commence à s'établir sur des bases réellement scientifiques, c'est-à-dire sur la connaissance des lois qui régissent le développement des plantes.

Elle doit ce progrès à la chimie. Cette science, qui ne compte pas encore un siècle d'existence, avait à créer ses méthodes analytiques avant de pouvoir les appliquer à l'étude délicate de la composition des végétaux et des milieux dans lesquels ils croissent. Grâce aux travaux de Th. de Saussure, de MM. Boussingault, Liebig et de leurs nombreux successeurs, en dernier lieu principalement de MM. Lawes et Gilbert, en Angleterre, et des directeurs de stations agronomiques en Allemagne, le problème a marché rapidement vers sa solution et l'on a le droit de dire dès aujourd'hui qu'étant donnée une graine, *on peut en faire une plante* en mettant à sa disposition de l'azote sous la forme d'ammoniaque ou d'acide nitrique, du phosphore, du soufre, de la chaux, de la magnésie, de la potasse et du fer en combinaisons solubles dans l'eau. L'atmosphère fournira le reste. Pour certaines plantes, il faut ajouter le chlore à cette liste. Quant à la silice et à

l'alumine, elles ne jouent qu'un rôle secondaire et indirect par les propriétés physiques que leurs combinaisons donnent à la terre. Cela est tellement vrai, que l'on peut obtenir de belles plantes dans de l'eau pure tenant en dissolution du nitrate de chaux, du phosphate de potasse, du sulfate de magnésie et un sel de fer, ou dans du sable de quartz pur arrosé avec cette dissolution.

Pour l'agriculteur, il s'agit de savoir quelles sont, parmi les substances nécessaires au développement des plantes, celles qui se trouvent *dans tel sol* en quantités suffisantes et en combinaisons solubles et, comme complément, quelles sont les matières qu'il faudra y ajouter sous forme d'engrais pour suppléer à ce qui manque et arriver ainsi à produire des récoltes satisfaisantes. — Quelles sont les matières qui font défaut ? — voilà la question. Comment y répondre ?

Il y a deux méthodes, mais toutes les deux sont excessivement difficiles à appliquer, elles sont pour ainsi dire impuissantes, si la géologie ne vient pas au secours de la chimie.

En effet, la première de ces méthodes consiste dans l'analyse chimique de la terre. Or, pour faire une analyse, il faut commencer par choisir un échantillon de terre et, si ce choix est mal fait, l'analyse la plus parfaite ne donnera que des résultats trompeurs. Comment donc choisir cet échantillon ? — La plupart des traités de chimie agricole disent : « Prenez des échantillons en divers points du *champ* dont vous voulez déterminer la composition moyenne et mélangez-les bien intimement. » Ce procédé peut conduire à des résultats assez justes, si l'on suppose que le sous-sol est partout à peu près homogène, et si le sol arable a été formé par la décomposition sur place du

sous-sol; encore est-il rare qu'un champ soit parfaitement horizontal et, pour peu qu'il soit incliné, la couche meuble sera plus profonde dans la partie inférieure que dans la partie supérieure et y renfermera certaines matières en quantités plus ou moins grandes. Si le terrain en question est dominé par des terrains d'une autre nature et que les eaux y amènent constamment des alluvions provenant de ces derniers, on pourra avoir sur une certaine étendue et jusqu'à une certaine profondeur une couche de terre complétement différente de celle qui suit et du sous-sol sur lequel toutes les deux reposent. Quant au sous-sol, il peut varier complétement d'un point à un autre. Le mot *champ* signifie surface géométrique ou cadastrale, mais n'a aucune espèce de rapport avec les qualités de la terre. Peut-être une moitié de ce champ a-t-elle un sous-sol graveleux, alluvion de calcaire jurassique, tandis que l'autre moitié est de l'argile glaciaire. Si vous prenez des échantillons dans les deux moitiés et que vous les mélangiez avant de les analyser, vous arriverez à une composition chimique qui ne représente ni l'une, ni l'autre de ces deux moitiés.

Il faut donc, avant de prélever les échantillons, étudier le terrain, et dans cette étude les connaissances géologiques sont très-utiles, sinon indispensables, à l'agriculteur. Elles lui apprennent à se servir des cartes géologiques et, dans les cas où celles-ci ne sont pas assez détaillées pour rendre compte de tous les accidents locaux, à y suppléer par l'habitude d'observer et d'apprécier l'identité ou la différence des terres d'après leur origine et leur mode de formation.

Analyser quantitativement une terre est un travail long et difficile ; bien peu d'agriculteurs seraient capables de

le faire eux-mêmes et les chimistes ne peuvent s'en charger que moyennant une rémunération suffisamment élevée. Mais à quoi bon faire l'analyse des champs de chacun des milliers de propriétaires qui cultivent des sols de même nature ? — Si cette analogie est démontrée, et ce n'est qu'au moyen de la géologie qu'elle peut se démontrer, un petit nombre d'analyses suffira pour tous ces propriétaires, à condition toutefois que ces derniers puissent savoir par de bonnes cartes géologiques quelle est l'origine des terrains auxquels ils ont à faire et qu'ils aient eux-mêmes assez de connaissances scientifiques pour apprécier les données de l'analyse, tenir compte des limites dans lesquelles elles peuvent varier et en déduire les conséquences utiles pour leur pratique. S'ils ne peuvent pas faire eux-mêmes ces appréciations, il faut que les chimistes ou géologues agronomes les aident de leurs conseils.

La deuxième méthode dont on peut se servir pour déterminer les éléments qui manquent dans un sol et, par suite, ceux qu'il faut y introduire comme engrais, est tout empirique. Elle consiste à y tracer des parcelles égales de quelques toises chacune, à y répandre un sel de potasse, un sel de chaux, un phosphate, un sel ammoniacal, séparément d'abord, et puis associés 2 à 2 ou 3 à 3 et à observer les effets de ces substances sur les récoltes, en les comparant à des parcelles sans aucune espèce d'engrais. Si le phosphate a produit un effet favorable, on en conclut que le sol a besoin de phosphates. Si le nitrate ou le sel ammoniacal en a produit, on juge qu'une addition d'azote lui sera utile. Si tous deux ont fait du bien à la récolte, soit isolés, soit associés, on admet qu'il faudra employer des engrais à la fois phosphatés et azotés. On a appelé cette méthode *analyse du sol par les engrais.* Mais

on voit de prime abord que, pour cette méthode, comme pour l'analyse, une étude géologique des terres doit précéder l'étude chimique et dire: Ici une différence dans l'origine des terres fait préjuger une différence dans leur composition chimique; là, au contraire, l'analogie dans le mode de formation fait croire que les principes nutritifs qu'elles renferment se ressemblent également, ou du moins que leurs quantités varient seulement dans certaines limites.

Ainsi, pour le domaine que je cultive depuis 15 ans à Calèves, près de Nyon, dans le canton de Vaud, et qui est situé tout entier sur l'argile glaciaire, l'analyse chimique et l'expérience m'ont démontré que les terres y renferment des quantités de potasse suffisantes pour toutes les récoltes, mais qu'il est utile d'ajouter au fumier de ferme ou d'employer alternativement avec lui des engrais contenant des phosphates et environ 5 °/₀ d'azote.

Appuyé sur ces expériences, je peux dire à tous les agriculteurs qui cultivent des terres situées sur les argiles formées par les anciens glaciers de la vallée du Rhône:

« Voici la formule que vous devez employer pour vos engrais; c'est à vous de voir ensuite sous quelle forme vous pouvez acheter au meilleur marché les phosphates et l'azote dont vous avez besoin. »

Peut-être les résultats ne seraient-ils pas tout à fait les mêmes pour les argiles glaciaires de la vallée de l'Aar, de celle de la Reuss ou de celle du Rhin, c'est une étude à faire en lieu et place; il faudrait, en la faisant, tenir compte des modifications que les glaciers des vallées latérales ont amenées dans la nature des dépôts, mais, dans tous les cas, chaque modification apportée aux terrains par les phénomènes géologiques, ayant été produite sur

une étendue notable, une seule analyse ou un petit nombre d'analyses suffiront pour donner des renseignements sur un grand espace.

Il y aurait à étudier de même les divers étages de la mollasse, du calcaire jurassique et toutes les formations géologiques dont les roches ont contribué à former le sol arable de la Suisse.

On trouve fréquemment sur le flanc de nos montagnes des combes plus ou moins grandes, dont le sol est formé de marnes ou de calcaires marneux appartenant les uns au terrain néocomien, d'autres au terrain oxfordien, d'autres encore au lias, etc.; si des analyses viennent à montrer que ces marnes ou ces calcaires marneux ont des compositions différentes, l'agriculteur devra recourir au géologue ou aux cartes géologiques pour savoir si la couche dans laquelle il travaille est néocomienne, oxfordienne ou liasique.

Une telle étude serait la réalisation des conseils donnés par M. de Liebig à l'agriculture moderne; elle a une importance capitale pour les progrès de cette agriculture, elle est même urgente, si l'on veut empêcher l'appauvrissement graduel de nos terres amenée par les exportations continuelles de phosphates sous forme de grains, de bétail et de lait. « Si une terre est pauvre en phosphates, dit l'illustre chimiste, vous aurez beau y enfouir du fumier et du fumier et toujours du fumier ; comme, en définitive, ce fumier représente les fourrages et les pailles récoltées sur la ferme elle-même et appauvris de tous les principes que la vente de certains produits leur a enlevés, il ne peut rendre à la terre qu'une partie de ce que cette terre lui a donné; il ne peut pas lui donner les phosphates dont elle manque et dont elle

manquera de plus en plus. Il n'y a qu'un seul moyen de sortir de ce cercle vicieux : c'est d'ajouter au fumier les phosphates qui font défaut. »

Où prendre ces phosphates ? — dans les os que les villes rendent à l'agriculture, ou dans le guano qui représente les phosphates amenés au sein des mers et condensés ensuite par le travail successif des plantes marines qui se nourrissent des substances dissoutes dans les eaux, des poissons qui se nourrissent des plantes marines et des albatros qui se nourrissent de poissons et déposent enfin leurs excréments sur les îles et les côtes du Pérou. Mais cela ne suffit pas. C'est encore la géologie qui va venir au secours de l'agriculture pour lui donner les moyens de combler ce déficit.

Si les terres dérivées de certaines formations sont trop pauvres en phosphates, il se trouve ailleurs des couches qui en contiennent de véritables mines et qui sont déjà régulièrement exploitées, en Angleterre, en France et en Allemagne. Ce sont des couches qui font partie des grès verts ou d'autres formations, dépôts de phosphates qui subviennent aux besoins de notre agriculture, comme les dépôts de houille subviennent à ceux de notre industrie et de nos chemins de fer. Où se trouvent ces couches précieuses ? — Peut-être y en a-t-il dans d'autres formations, par exemple dans le lias, dans l'infra-lias ou le calcaire jurassique. Peut-être trouvera-t-on [1] en Suisse des coprolithes et des marnes riches en acide phosphorique. Peut-être trouvera-t-on dans les Alpes des apatites semblables à celles de l'Espagne. Ce sont encore les cartes

[1] En effet, MM. Escher et Piccard en ont déjà trouvé dans plusieurs localités, et une compagnie vient de se former pour exploiter le dépôt de fossiles de la Perte-du-Rhône, non loin du canton de Genève.

géologiques qui guideront les agronomes dans ces recherches importantes.

Pour la potasse nous aurons à faire un travail semblable. Quelles sont les terres qui ne renferment pas assez de potasse ? Où trouver ce qui leur manque? A Stassfurth près de Halle, en Allemagne, on a découvert des couches de chlorure de potassium qui rendent déjà de grands services à l'agriculture. Ailleurs, on puise la potasse dans des roches feldspathiques faciles à décomposer ; nous en avons un exemple en Suisse dans les schistes que l'on exploite près de Sion, dans le Valais, pour les employer comme engrais. Y en a-t-il ailleurs ? les cartes géologiques nous aideront à les trouver.

Si, de la question des engrais et de la composition chimique des terres, nous passons à celle de leurs propriétés physiques, nous trouverons que la géologie peut encore rendre de grands services à l'agriculteur, en l'aidant à corriger ces propriétés physiques, soit par le drainage, soit par les irrigations. Quand un terrain souffre par un excès d'eau, on doit se demander d'abord d'où provient cette eau, puis comment et où l'écouler. Or, on ne peut répondre à ces questions d'une façon rationnelle qu'après avoir fait une étude préalable de ce terrain et des terrains voisins, étude dans laquelle la géologie devient le guide naturel de l'ingénieur agricole. Ici, il faudra appliquer le système des drains parallèles et équidistants que les Anglais ont inventés ; mais faut-il que ces drains suivent la plus grande pente ? ou faut-il les placer en travers de cette pente ? Cela dépend de la disposition des couches aquifères. Quelquefois le drainage pourra être beaucoup simplifié : s'il y a à une certaine profondeur des couches de gravier ou des rocs fissurés, comme certains calcaires

jurassiques, il suffit d'y jeter les eaux pour s'en débarrasser. Partout les méthodes de drainage doivent varier avec la nature des terres.

Il en est de même de la recherche des eaux de sources destinées, soit à l'alimentation des hommes et des animaux, soit à l'irrigation des prés. La quantité des eaux et le niveau auquel on peut les recueillir sont en relation directe avec la surface absorbante des bassins qui alimentent les sources et avec la disposition des couches d'argiles ou des roches imperméables qui forment la cuvette de ces réservoirs naturels.

La qualité des eaux dépend de la composition chimique des terrains qu'elles ont traversés et dans lesquels elles ont dissous telle substance ou telle autre. Les eaux qui sortent de terrains calcaires seront ordinairement riches en carbonate de chaux ; celles qui viennent d'une formation granitique contiendront beaucoup de sels de potasse, et les irrigations seront d'autant plus fécondantes qu'elles verseront les eaux chargées de potasse sur des terrains calcaires et vice versâ. D'ailleurs les méthodes d'irrigation doivent varier également avec la nature des eaux et des sols sur lesquels on les emploie.

Ainsi pour les irrigations et la recherche des sources, comme pour le drainage et l'emploi des engrais, on peut jusqu'à un certain point indiquer des règles spéciales à suivre pour les terrains situés sur chaque formation géologique, et, si ces règles ne sont pas encore établies avec plus de précision, c'est que les études des agronomes ne sont pas encore suffisamment dirigées dans ce sens, que trop souvent ils ne possèdent pas eux-mêmes assez de connaissances scientifiques pour guider leurs observations et que, jusqu'à ces dernières années, les cartes géo-

logiques n'étaient pas assez détaillées pour rendre à l'agriculture tous les services que pourront lui rendre des cartes faites sur une échelle plus grande, comme celles qui se publient en ce moment pour la Suisse sous la direction de la commission géologique nommée par la Société des naturalistes suisses. Quand cette publication, digne complément de la magnifique œuvre de M. le général Dufour, sera complète, il reste à souhaiter que l'on fasse pour les régions les plus importantes par leur agriculture, des cartes à une échelle majeure (ce qu'on appelle des cartes *agronomiques*) sur lesquelles on indiquera, autant que possible, les variations de la nature du sol superficiel, les sources, les courbes de nivellement, etc., au moyen de signes particuliers, de hachures ou de lettres superposées aux teintes unies des formations géologiques [1].

Appuyée sur cette base, l'étude chimique et hydrographique du sol pourra se faire avec méthode; les agronomes, intermédiaires entre les géologues et les cultivateurs, pourront en déduire des règles pratiques sous une forme assez nette pour être comprise par ces derniers; et les richesses naturelles que renferment nos terres seront utilisées d'une manière de plus en plus rationnelle et fructueuse.

Certes je suis loin de prétendre que les terrains carac-

[1] Outre les quatre feuilles relatives au canton de Bâle, par M. A. Müller, on a déjà publié les feuilles III, VI, VII, VIII, X, XI, XV, XVI, XX et XXII. Il est à regretter que la commission géologique n'ait point pu publier sa carte au $^1/_{50000}$ comme elle en avait exprimé le désir. Cependant la carte de Suisse, à l'échelle de $^1/_{50000}$, est en voie de publication; un certain nombre de feuilles ont déjà paru, et elles conviendront parfaitement pour en faire d'excellentes cartes agronomiques. Elles n'ont été publiées que lorsque la commission géologique avait commencé ses travaux à l'échelle de $^1/_{100000}$.

térisés par les mêmes fossiles offrent partout la même composition minéralogique. Il n'y a rien d'absolu dans ce rapport, mais il est assez grand pour devenir très-souvent un guide précieux dans les recherches agronomiques.

Je suis également loin de prétendre que la terre arable a toujours pour origine les roches qui lui servent de sous-sol. Il faut distinguer les *terrains sédentaires* ou formés sur place par la décomposition des roches sous-jacentes et les *terrains de transport*. Mais la géologie n'apprend-t-elle pas à les distinguer et, pour les seconds, ne nous indique-t-elle pas les lois suivant lesquelles se font ces transports ?

Lorsqu'on voyage, la carte géologique à la main, et que l'on compare les systèmes de culture des diverses contrées que l'on traverse avec les terrains qu'ils occupent, on est souvent frappé de la netteté des rapports qui relient les uns et les autres. Quelquefois l'influence du sol est modifiée jusqu'à un certain point par celle du climat. Quelquefois les circonstances économiques, la densité des populations, la distance des marchés, etc., deviennent les facteurs prédominants; le travail de l'homme modifie la nature et efface ses caractères primitifs, mais il ne réussit pourtant jamais à les effacer complétement, car le travail lui-même, pour être profitable, doit varier avec les conditions naturelles dans lesquelles il s'exerce.

En résumé, partout la science qui étudie l'histoire de notre globe peut devenir l'utile auxiliaire de l'art qui nous apprend à en cultiver la surface.

COMPARAISON

DES

INTENSITÉS CALORIFIQUES

DU RAYONNEMENT SOLAIRE

ET DU

RAYONNEMENT D'UN CORPS CHAUFFÉ A LA LAMPE OXYHYDRIQUE

PAR

M. J.-L. SORET.

On s'est beaucoup occupé dans ces derniers temps de la question de la température du Soleil, et il s'est manifesté à cet égard les opinions les plus divergentes: tandis que quelques savants évaluent cette température à plusieurs millions de degrés centigrades, d'autres l'abaissent jusqu'à 2000 ou 1500 degrés.

Je ne pense pas que dans l'état actuel de la science, il soit possible d'arriver sur ce sujet à une conclusion présentant une grande certitude. Il m'a paru cependant qu'il y aurait quelque intérêt à comparer directement l'intensité de la radiation calorifique solaire, avec celle d'un corps présentant le même diamètre apparent que le Soleil et chauffé à une haute température. On a déjà fait quelques comparaisons de ce genre, mais en mesurant l'intensité de la radiation par son action lumineuse ou chimique, procédé qui n'est pas très-concluant au point de vue de la question de la température: on sait, en effet, que notre atmosphère absorbe une forte proportion des rayons les plus réfrangibles, tellement que suivant MM. Roscoe et Baxendell, le

Soleil au moment de son coucher n'exerce presque plus d'action chimique directe.

J'ai essayé de faire la comparaison de l'intensité thermique à l'aide de l'un des actinomètres que j'emploie dans mes recherches sur la chaleur solaire [1]. Cet instrument est basé sur le principe de la mesure de l'élévation de la température que subit un thermomètre placé dans une enceinte de température déterminée, et sur le réservoir duquel tombent les rayons solaires passant par une ouverture ménagée dans l'enceinte. La mesure de l'intensité de la radiation est donc l'excès de la température que prend le thermomètre, sur la température qu'il indiquerait si l'ouverture de l'enceinte était interceptée. — On a souvent fait usage de cette méthode; Pouillet l'avait essayée ; depuis lors elle a été employée par M. Waterston, le R. P. Secchi, et par moi-même.

Les différents actinomètres dont on s'est servi dans ce but se composent essentiellement d'une enceinte formée d'un tube métallique de 3 ou 4 centimètres de diamètre dont l'axe est dirigé vers le Soleil. Un diaphragme fixé à l'extrémité du tube ne laisse pénétrer les rayons solaires que par une ouverture d'un diamètre déterminé. L'autre extrémité du tube est bouchée. Une tubulure latérale permet d'introduire le réservoir d'un thermomètre, qui est noirci au noir de fumée et vient se placer dans l'axe de l'appareil. Le tube formant l'enceinte est entouré d'un cylindre

[1] Je poursuis ces recherches depuis plusieurs années ; j'en ai déjà fait connaître quelques résultats (voyez *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 1867, tome LXV, p. 526, et 1868, tome LXVI, p. 810), et j'espère pouvoir faire prochainement une publication plus étendue sur ce sujet.

plus large, et dans l'espace annulaire compris entre eux, on introduit de l'eau ou de la glace pilée.

Pour arriver à donner de la précision à cette méthode, il faut beaucoup de précautions sur lesquelles je n'insisterai pas ici en détail. Je me borne à dire que l'une des principales difficultés réside dans la détermination exacte de la température que prendrait le thermomètre dans l'enceinte s'il ne recevait pas les rayons solaires. Quelques observateurs se sont bornés à admettre pour cette température celle d'un thermomètre plongé dans l'eau qui entoure cette enceinte. On peut ainsi commettre des erreurs notables particulièrement si l'eau n'est pas agitée de manière à en égaliser la température dans les diverses couches.

Dans l'actinomètre, facilement transportable, que j'avais employé pour mes premières recherches sur la chaleur solaire, et que j'emploie encore pour les observations à faire en voyage, j'ai cherché à surmonter la difficulté en entourant l'enceinte de glace ou de neige. On peut arriver ainsi à de très-bons résultats; mais il ne faut pas croire que le thermomètre prenne rigoureusement la température de la glace fondante, lorsqu'il ne reçoit pas les rayons du Soleil: il y a toujours une différence, variable suivant les circonstances, et qu'il faut avoir soin de déterminer par une observation directe.

Dans la construction d'un nouvel actinomètre, que ses dimensions rendraient difficilement transportable, je suis arrivé à des déterminations encore plus précises. Je vais indiquer brièvement quelle est la disposition de cet appareil qui est installé maintenant dans l'une des coupoles de l'Observatoire de Genève.

Il est formé d'un réservoir cylindrique en laiton, de

$0^m,15$ de longueur et $0^m,30$ de diamètre, dont l'axe peut être exactement dirigé vers le Soleil. Dans ce réservoir circule un courant d'eau, fournie par les conduites de la Ville ; l'eau amenée par un tube de caoutchouc arrive par le point le plus bas et ressort par le point le plus haut. De plus ce courant d'eau détermine automatiquement et périodiquement le passage d'un courant d'air dont les bulles agitent fortement la masse d'eau. Voici comment se produit ce courant d'air. Avant d'arriver à la tubulure inférieure du réservoir cylindrique, l'eau passe par un bout de tube de verre de 2 centimètres de diamètre environ, auquel aboutit également un tube en caoutchouc dont l'autre extrémité, relevée au-dessus du niveau supérieur de l'appareil, communique librement avec l'atmosphère. La tubulure supérieure par laquelle l'eau ressort du réservoir est munie d'un tube de caoutchouc descendant, formant un syphon susceptible de débiter une quantité d'eau plus forte que celle qu'on laisse arriver dans l'appareil. — On comprend que l'eau introduite par le bas commence à remplir le réservoir en chassant l'air qu'il contient ; quand tout l'air est expulsé, l'eau sort par la tubulure supérieure, le syphon s'amorce, et comme il débite plus d'eau qu'il n'en arrive, il se fait le vide dans l'appareil. Sous l'influence de cette succion, une certaine quantité d'air pénètre rapidement par le tube qui communique avec l'atmosphère et agite fortement l'eau. Cet air, arrivant à la partie supérieure du réservoir, désamorce le syphon, qui s'amorce de nouveau au bout de quelques instants lorsqu'il est arrivé une quantité d'eau suffisante.

On obtient ainsi dans le réservoir cylindrique une température égale et très-peu variable pendant la durée des observations.

Maintenant au lieu d'avoir, comme dans les appareils dont j'ai déjà parlé, un seul tube dont l'axe coïncide avec celui de ce cylindre, et un seul thermomètre dont le réservoir noirci est placé dans l'axe de l'appareil entier, mon actinomètre a quatre tubes, parallèles entre eux et à l'axe du cylindre-réservoir, et portant chacun un thermomètre à boule noircie. Les tiges des thermomètres sortent horizontalement de l'appareil deux d'un côté, deux de l'autre. — Chacun des quatre tubes est noirci à l'intérieur, fermé à la base et muni à l'autre extrémité d'un diaphragme qui peut à volonté être ouvert ou fermé par un couvercle en laiton. Quand l'appareil est orienté, en ouvrant un ou plusieurs des tubes, les rayons du Soleil tombent sur les réservoirs des thermomètres qui y sont contenus.

On a ainsi deux paires de thermomètres parfaitement symétriques placés au même niveau. Si l'on veut mesurer la radiation solaire directe, on se servira de l'une des paires de thermomètres, en ouvrant l'un des tubes et en maintenant le second fermé; la différence de température des deux thermomètres donnera la mesure de l'intensité de la radiation solaire.

La seconde paire de thermomètres peut servir, soit comme contrôle, soit pour d'autres observations, par exemple pour mesurer l'intensité de la radiation solaire après son passage au travers d'une couche d'eau qui arrête la chaleur obscure, etc. — Dans les expériences dont j'ai à parler aujourd'hui, je ne me suis servi que d'une paire de thermomètres.

Sous l'influence de la chaleur solaire, le thermomètre subit une élévation de température naturellement variable suivant la saison, l'heure et les circonstances atmos-

phériques. Dans mon appareil elle dépasse 14°,5, quand la radiation est très-énergique (à Genève).

Je ferai remarquer que ce chiffre dépend de la construction de l'actinomètre, de la forme et de la disposition du thermomètre. Avec mon petit actinomètre transportable, l'élévation de température est plus grande, elle dépasse quelquefois 16° (à Genève). D'autres observateurs ont obtenu d'autres chiffres, ainsi M. Waterston a donné 27°,8 [1], et le Rév. P. Secchi 14° (à Rome), etc.

Parmi les circonstances qui influent sur cette élévation de température, il convient de citer l'action de la tige du thermomètre. Si le réservoir seul est noirci au noir de fumée, la tige ne l'étant pas, la température est notablement abaissée parce qu'une partie de la chaleur s'écoule par conductibilité dans la tige qui est à une température plus basse. Si la tige est noircie, son influence est encore variable suivant qu'une plus ou moins grande longueur en est exposée au Soleil. Il résulte de là que, puisque pour avoir des mesures exactes et comparables il faut que le thermomètre soit toujours rigoureusement placé de la même manière et que l'appareil soit toujours dirigé exactement vers le Soleil, un déplacement même assez petit peut produire des différences sensibles.

Arrivons à la mesure de l'intensité de la radiation

[1] C'est aux Indes et par une hauteur du Soleil de 70 degrés que M. Waterston a obtenu ce chiffre de 27°,8, presque double de celui que l'on a trouvé en Europe. Il me paraît peu probable que cette différence puisse être attribuée à une différence de même ordre dans l'intensité réelle de la radiation ; elle doit tenir en grande partie, je crois, à la disposition de l'appareil que je ne connais pas dans ses détails.



d'un corps chauffé artificiellement, détermination que j'ai essayé de faire avec mon actinomètre.

J'ai pris à cet effet une lampe à oxygène et gaz d'éclairage dont la flamme vient frapper sur la base d'un cylindre ou crayon de zircone incliné, de $5^{mm},75$ de diamètre (l'un des modèles de M. Tessié-Dumottay). On dispose l'appareil de manière que l'axe du crayon coïncide avec l'axe de celui des tubes de l'actinomètre que l'on doit tenir ouvert; ainsi le thermomètre ne *voit* que la base du crayon incandescent et ne reçoit pas de rayons émanant de la surface latérale. On place la lampe à une distance telle ($0^m,618$) que le diamètre du cylindre de zircone sous-tende, par rapport au thermomètre, un angle de 32′. — En opérant ainsi, on a obtenu dans quatre expériences une élévation de température de

$0^o,25$,
$0^o,27$,
$0^o,25$,
$0^o,28$.

On s'est assuré que le crayon de zircone étant enlevé, la flamme oxhydrique seule ne produit pas d'effet appréciable.

Ainsi tandis que, comme nous l'avons vu, le Soleil produit sur l'actinomètre une élévation de température de plus de 14°, un disque de zircone de même diamètre apparent que le Soleil, et chauffé à la lampe oxyhydrique, produit une élévation de température d'un quart de degré environ.

Je ferai remarquer que dans ces expériences l'action du corps chauffé peut être considérée comme un minimum; en effet la flamme de la lampe avait de petites

dimensions, et la température n'était pas le maximum de ce que l'on peut atteindre: c'est ce dont il était facile de s'assurer en regardant le crayon incandescent avec un verre bleu d'une épaisseur et d'une coloration convenables, qui laissent passer les rayons rouges, les rayons bleus et les violets, en interceptant toute la partie moyenne du spectre. Le Soleil ou un corps chauffé au blanc éblouissant vu au travers de ce verre paraît bleu clair, tandis qu'un corps au rouge vif, mais non éblouissant, paraît coloré d'une teinte pourpre, parce que les rayons bleus et violets sont en moindre proportion. En regardant le crayon de zircone avec ce verre, on a reconnu que le contour de sa base est coloré en pourpre, c'est-à-dire qu'en ces points la température est moins élevée qu'au centre, ce qui peut provenir soit de ce que la flamme n'était pas tout à fait assez forte, soit de ce que les parties saillantes se refroidissent plus rapidement.

Ainsi l'élévation d'un quart de degré que l'on a obtenue, peut être considérée comme un minimum.

Dans une autre expérience j'ai cherché à obtenir au contraire un maximum. A cet effet j'ai employé un crayon de magnésie plus gros que celui du zircone ($7^{mm},4$ de diamètre) chauffé avec une lampe à oxygène plus forte qui le portait entièrement au blanc le plus éblouissant. De plus j'ai placé la lampe à une distance un peu trop faible ($0^{m},725$) de manière que l'angle sous-tendu dépassât $32'$. Enfin j'ajoute qu'avec cette lampe plus forte, une portion de la flamme était fortement éclairante et devait agir directement par son rayonnement sur le thermomètre.

Dans ces conditions j'ai obtenu une élévation de température de $0^{\circ},44$.

Il ressort de ces expériences, et particulièrement de la dernière, que la radiation solaire, même après l'absorption qu'elle a subie dans notre atmosphère, est beaucoup plus intense que celle d'un corps du même diamètre apparent chauffé à la température de la lampe oxyhydrique. C'est ce que l'on pouvait prévoir.

D'autre part ces expériences, et particulièrement les premières, celles qui donnent comme minimum une élévation de température de 0°,25, prouvent expérimentalement que l'on n'est pas en droit de calculer la température du Soleil d'après le raisonnement qui a conduit quelques savants à admettre des chiffres énormes atteignant plusieurs millions de degrés.

Ce raisonnement consiste à admettre l'équation

$$t - \theta = \alpha T$$

en désignant par T, t et θ les températures du Soleil, du thermomètre de l'actinomètre, et de l'enceinte; et par α le rapport de la surface apparente du Soleil à la surface totale d'une sphère concentrique au thermomètre, soit $\alpha = \frac{1}{183960}$. — Pour que cette équation fût exacte, il faudrait que la quantité de chaleur émise par un corps fût proportionnelle à la température à laquelle il se trouve, conformément à la loi de Newton, mais contrairement à la loi de Dulong et Petit[1].

En employant cette formule, et en partant de la valeur de $t - \theta$ que j'avais obtenue au sommet du Mont-Blanc, le Rév. P. Secchi était arrivé au chiffre T = 5335000°.

Pour contrôler l'exactitude de ce raisonnement, appli-

[1] C'est à peu près sous cette forme que M. Vicaire a présenté ce raisonnement dont il a contesté l'exactitude théorique. (Voyez *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 2 janvier 1872, page 31.)

quons-le à la détermination de la température de la zircone chauffée à la lampe oxyhydrique. On aura :

$$0^{\circ},25 = \frac{T}{183960}$$

d'où $$T = 45990^{\circ},$$

chiffre qui est absolument inadmissible, car la température d'un corps chauffé à la flamme oxyhydrique est tout au plus de 2500°. Il est impossible d'attribuer une pareille divergence à des erreurs d'observation, surtout si l'on remarque qu'il s'agit d'un minimum d'effet, comme nous l'avons vu, et de plus que le thermomètre de l'actinomètre est placé dans l'air, et non pas dans le vide où l'élévation de température serait encore plus grande.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

Alex. Buchan. Remarks on the climate of Jerusalem.

M. Buchan, secrétaire de la Société météorologique écossaise, a publié, dans le numéro de janvier 1872 des *Statements*, soit Documents de la Société britannique pour l'exploration scientifique de la Palestine, un article intéressant sur le climat de Jérusalem, d'après 3 ans et 4 mois d'observations météorologiques, qui ont été faites par le D[r] Thomas Chaplin (du 1[er] novembre 1863 au 28 février 1867) à 9 heures du matin, avec des instruments bien vérifiés. Je vais en donner ici un extrait, qui fera suite à celui, relatif à la même région, inséré dans le numéro de novembre 1870 de nos *Archives*.

Pression atmosphérique.

La pression barométrique moyenne annuelle à Jérusalem, qui résulte de ces observations, réduite à la température de la glace fondante, est de 27,391 pouces anglais.

Elle est en moyenne de 27^p,451 en janvier,

» » de 27,278 en juillet.

La plus grande, observée le 13 janvier 1866, a été de 27^p,507.

La plus petite, le 3 février 1865, de 26^p,904.

Ce qui donne seulement 0^p,6 pour amplitude extrême des oscillations barométriques pendant les 42 mois d'observation, à la latitude nord de 31° 46′ 45″, et à la hauteur de 2,500 pieds au-dessus du niveau de la mer.

L'amplitude mensuelle la plus forte est de 0^p,482 et elle a eu lieu en février, comme en Écosse, où elle est de 1^p,557. La plus faible est en juillet, de 0^p,149 à Jérusalem et de 0^p,897

en Écosse. La différence de ces valeurs correspond bien à celle qui existe entre un climat très-variable et un autre qui l'est beaucoup moins.

La pression atmosphérique en Palestine est réglée principalement par la marche annuelle de la température de l'air. Les pressions basses d'été tiennent à ce que le continent asiatique et l'Europe orientale sont, en cette saison, beaucoup plus réchauffées que toutes les régions adjacentes; il en résulte une élévation de l'air et sa déversion sur les régions voisines, qui diminue la pression sur le district réchauffé. En hiver, au contraire, il y a grand abaissement de température dans ces mêmes régions orientales; l'air s'y condense alors et la pression atmosphérique est plus grande.

En Écosse, le *maximum* de pression arrive au printemps, quand le courant polaire passe sur le pays en allant vers le Sud, et le *minimum* a lieu dans les mois à la fois pluvieux et chauds.

Quoique les chutes de pluie aient lieu en Palestine dans les mois d'hiver et de plus grande pression, on ne doit pas en conclure que la pluie n'ait pas d'influence sur la hauteur du baromètre. M. Buchan a trouvé, au contraire, que, pendant les 42 mois d'observation dont il s'agit, sauf un ou deux cas de petite pluie, le baromètre a toujours baissé avant ou pendant la pluie. Les variations sont à leur *minimum* dans les mois sans pluie, où l'on ne voit pas de nuages pendant plusieurs semaines.

Les observations n'ayant été faites qu'à 9 heures du matin, on n'a pas pu en déduire la variation diurne régulière du baromètre en Palestine.

Température.

La température moyenne annuelle à Jérusalem qui résulte des observations du Dr Chaplin, est de 63°,4 de l'échelle Fahrenheit, soit de 17°,44 centigrades. D'après le tableau joint au rapport de M. Buchan, et qui donne les valeurs men-

suelles moyennes, ainsi que les *maxima* et *minima*, les observations ont été faites avec des thermomètres enregistreurs et à l'abri du soleil. La moyenne des 3 mois de décembre, janvier et février donne pour la température moyenne de l'hiver en degrés centigrades . . . . 9°,23

Celle des 3 mois d'été, juin, juillet et août, est de . 23°,69

La table de M. Dove donne pour ces valeurs respectives les chiffres 17°,0; 9°,8 et 23°,3.

Les températures moyennes des mois de janvier et février, de mars et avril, de juillet et août, de septembre et octobre diffèrent peu entre elles. Celle de janvier, mois le plus froid, est de 8°,44; celle d'août, mois le plus chaud, de 24°,53.

C'est en mai qu'a lieu le plus grand accroissement de température, causé par l'action diurne du soleil; les vents du sud sont alors moins fréquents qu'en hiver et ceux du nord le sont davantage. C'est le vent du nord-ouest qui prévaut en août, et qui amène de l'Asie de l'air chaud et sec. La température moyenne d'octobre est encore fort élevée, savoir: de 22°,11. M. Buchan l'attribue aux vents d'est et de sud-est qui dominent alors, et qui amènent en Palestine de l'air chaud d'Arabie.

Le *maximum* de chaleur observé par le Dr Chaplin a été de . . . . 39°,17 le 27 juin 1865;

Le *minimum* de . . . . —3°,89 le 20 janv. 1864.

Ce qui donne une amplitude de 43,06 entre les extrêmes de température.

La période comprise entre le 7 et le 24 octobre 1865 a été remarquablement chaude à Jérusalem, et le choléra y régnait très-fortement alors. Le ciel y était sans nuages, mais un peu vaporeux, et il y avait un léger zéphir du Nord ou de l'Est. Le *maximum* de température y a été de 34°,4 cent. et la température moyenne des 18 jours a été de 25°,2.

Il a fait très-chaud aussi du 27 mai au 2 juin 1866, époque où le pays était infesté de nuées de sauterelles. Le thermomètre s'y est élevé jusqu'à 35°,6. La température moyenne a

été de 24°,4, et l'amplitude diurne s'est élevée à près de 16 degrés, avec un air très-sec et un vent généralement léger de nord-ouest. Le thermomètre, qui était monté le 1er juin à 32°,8 est descendu le jour suivant à 23° $^1/_2$.

Quant aux temps particulièrement froids, la période comprise entre le 16 janvier et le 5 février 1864 a présenté ce caractère; c'est la seule époque où le terrain ait gelé, et où l'on ait vu couvertes de glace les pièces d'eau. Après le *minimum* de —3°,89 du 20 janvier, la glace avait un pouce d'épaisseur; elle s'est maintenue le 22, et on en a encore observé du 29 janvier au 5 février. En 1865, le thermomètre s'est abaissé, du 13 janvier au 3 mars, entre 3 et 4 degrés au-dessus du point de congélation, et le *minimum* a été de +2°,2 le 26 février. Pendant l'hiver de 1865 à 1866, on a trouvé le 14 décembre de la glace en dehors de la ville; le thermomètre a marqué ce jour-là +2°,2 à 9 heures du matin. Il n'a été qu'à +1°,7 le 1er janvier. L'hiver suivant a présenté à peu près le même caractère; le *minimum* y a été de +2° le 8 janvier 1866; il est tombé la veille de la grêle, mais on n'a pas observé de gelée ni de glace.

L'amplitude diurne moyenne de la température à Jérusalem est de 10°,4 cent. Elle n'est que d'environ 7° en décembre et janvier, tandis qu'elle s'élève à 12° $^1/_2$ de mai à octobre, pendant la saison sèche.

Humidité.

Des observations comparatives de thermomètres à boule sèche et à boule mouillée ont permis de déterminer l'humidité de l'atmosphère en Palestine, et elles ont servi à constater que le climat y est habituellement très-sec, mais qu'il est aussi très-humide dans une partie de l'année. Le 2 avril 1864, l'humidité (en adoptant son *maximum* à 100) n'était que de 23. Le 29 mai 1864, à 2 heures de l'après-midi, elle est descendue aux environs de 14, tandis qu'elle était à 29 à 9 h. du matin. Elle a été de 26 dans la période de chaleur de

mai 1866, et de 45 dans celle de froid de janvier 1864. Ainsi, l'air se maintient sec et calme dans ces époques de chaleur et de froid, ce qui facilite la radiation terrestre.

En revanche, dans la saison pluvieuse, l'air est quelquefois surchargé d'humidité, autant qu'il l'est en Irlande et sur la côte ouest de la Grande-Bretagne. Ainsi, le 14 février 1864, l'humidité a atteint son plus haut degré de saturation, avec une amplitude diurne de température d'environ 2 degrés seulement, et une pluie abondante.

Il y a beaucoup de vapeur d'eau dissoute dans l'atmosphère en été, mais, vu l'élévation de la température, cette vapeur ne profite à la végétation que durant la nuit sous forme de rosée. Le degré moyen d'humidité annuelle, qui résulte des 42 mois d'observations du Dr Chaplin, est de 53, la moyenne de l'hiver étant de 72,3 et celle de mai à août de 46,5.

Pluie.

En ce qui regarde les chutes de pluie, le climat de la Palestine se subdivise en saison humide et saison sèche. La seconde comprend les mois de mai à septembre, pendant lesquels il tombe à peine quelques gouttes de pluie, vers le commencement ou la fin de la période. La dernière moitié d'avril et la premiere d'octobre font encore partie de la saison sèche.

Pour les habitants du pays la pluie est l'élément du temps le plus important, parce que le produit des moissons dépend de la quantité de pluie et des époques de l'année où elle tombe. La première époque, si souvent mentionnée dans la Bible, qui a lieu ordinairement en octobre, est celle des semailles en Palestine. Sa valeur agronomique est très-grande, parce que, vu la grande sécheresse du sol privé de pluie pendant cinq mois, la graine ne pourrait germer sans chute de pluie.

La seconde époque de pluie a lieu dans la seconde moitié de mars et la première d'avril, tout juste avant la maturité et la

récolte du grain. La température étant encore de 16 degrés en novembre, lorsque les semailles sont faites, les pluies produisent une forte levée des plantes. Dans les trois mois suivants, la chaleur est la même qu'elle est en Écosse du milieu d'avril au milieu de mai, c'est-à-dire suffisante pour la croissance des plantes, mais peu favorable à leur floraison et à leur fructification. Cette remarque s'applique aussi aux plaines basses de la Palestine, excepté peut-être à celles de Jéricho, qui sont au-dessous du niveau de la mer. De là il résulte que, si les pluies manquent après février, les champs sont brûlés avant de fleurir et de mûrir; ils ne produisent que de la menue-paille et la famine en est la redoutable conséquence. Si, au contraire, de fréquentes ondées accompagnent la chaleur croissante en mars et avril, les récoltes atteignent leur pleine maturité, et étant faites quand la saison sèche a commencé, le grain est emmagasiné dans la meilleure condition possible.

Il est tombé 8,84 p. angl. de pluie dans la saison pluvieuse
de 1863 à 1864, à partir de novembre.
» 14,80 dans celle de 1864 à 1865,
» 17,87 » 1865 à 1866,
» 20,62 » 1866 à 1867.

Ce dernier chiffre se rapporte à la chute seulement jusqu'à la fin de février. Elle a été de 14 pouces $^3/_8$ à partir du 6 janvier.

Pendant la saison pluvieuse, il tombe fréquemment de 1 à 1 $^1/_2$ pouce de pluie en un jour, et quelquefois plus; ainsi le 26 janvier 1867, il en est tombé un peu plus de 3 pouces, et 5 $^1/_4$ dans les quatre jours compris entre le 7 et le 10 du même mois. La pluie tombe presque toujours par les vents d'ouest et de sud-ouest.

Il y a eu, dans l'intervalle des observations, quatre chutes de grêle, dont trois en hiver et une en avril. On a compté onze orages en hiver et au printemps, et deux *Sciroccos* du sud, l'un en mars, l'autre en octobre, pendant lesquels l'humidité n'a été que de 32 et de 27. A. G.

PHYSIQUE.

De la Rive et Marcet. Chaleur spécifique du diamant.

Dans un travail récent sur la chaleur spécifique du carbone [1], M. Weber a trouvé que cette chaleur spécifique augmente avec la température, et cela dans des proportions qui n'ont été observées pour aucune autre substance. Il a obtenu, en particulier pour la chaleur spécifique du diamant, 0,0947 à 0°, 0,1435 à 50° et ainsi de suite jusqu'à 0,2791 à 200°.

Cette observation importante explique comment MM. de la Rive et Marcet avaient trouvé en 1840 [2] 0,1192 pour la chaleur spécifique du diamant, tandis que M. Regnault avait obtenu, en 1841 [3], 0,147 pour cette même chaleur spécifique. Rappelons que M. Weber a fait ses déterminations au moyen du calorimètre à glace de Bunsen, que MM. de la Rive et Marcet opéraient par la méthode du refroidissement, et M. Regnault par celle des mélanges. Or dans les expériences de M. Regnault le diamant était porté à la température de 98° au moment où il était plongé dans de l'eau dont la température maximum s'élevait par cette immersion à 10° environ. Dans les expériences de MM. de la Rive et Marcet, le diamant était porté à une température de 20 à 25° environ, et on observait sa vitesse de refroidissement de 11° à 3° dans une enceinte vide dont les parois étaient entretenues à 0°. Il n'est donc pas étonnant que, puisque la chaleur spécifique augmente considérablement avec la température, M. Regnault ait trouvé 0,147 pour cette chaleur spécifique lorsque le diamant a une température initiale de 98°, tandis que MM. de la

[1] Voyez *Archives des Sciences phys. et natur.*, tome XLIV, p. 172, juin 1872.

[2] *Bibl. Univ.* (août 1840), tome XXVIII, page 360.

[3] *Annales de Chimie et de Physique*, 3me série, tome I, pages 203 et 205.

Rive et Marcet ont trouvé 0,1192 quand la température initiale du diamant est seulement de 20 à 25°.

Remarquons que la chaleur spécifique (0,1192) trouvée par MM. de la Rive et Marcet est juste la moyenne des chaleurs spécifiques trouvées par M. Weber à 0° (0,0947), et à 50° (0,1435).

Ajoutons que MM. de la Rive et Marcet sont les premiers qui aient fait la détermination de la chaleur spécifique du diamant, détermination dont l'exactitude se trouve confirmée par les nouvelles recherches de M. Weber.

SEKULIC'. ULTRAVIOLETTE STRAHLEN, etc. LES RAYONS ULTRAVIOLETS SONT VISIBLES DIRECTEMENT. (*Pogg. Ann.*, tome CXLVI, p. 157; traduction.)

Dans une circonstance donnée, je voulus déterminer d'une manière précise la limite de la portion visible du spectre du côté de H; dans cette étude j'employai un spectroscope composé de deux prismes de flint, d'un collimateur et d'une lunette, et j'opérai avec la lumière solaire directe. Je parvins une fois de la sorte à apercevoir les cinq raies de ce groupe un peu effacées; encouragé par cette bonne fortune, j'étudiai avec soin l'instrument dans la position spéciale qui m'avait valu ce résultat. Après de longs tâtonnements je découvris que la visibilité de ces lignes et de la lumière voisine tient à l'emploi de la lumière solaire directe et est produite par l'image directe du Soleil. Lors donc que j'eus disposé le collimateur et la lentille de telle sorte que le Soleil fût projeté directement au foyer de la lentille, par conséquent sur la face réfractante du prisme, je vis la lumière avec les raies obscures jusqu'au groupe N. Le groupe M se montra avec une telle netteté, que l'on pouvait encore amener le fil du réticule avec la plus grande précision sur la troisième large raie. Le groupe N par contre était assez effacé, on n'en pouvait distinguer encore que la bande lumineuse.

Dans ces conditions je pus naturellement aussi observer exactement la couleur de la lumière. Celle-ci est, comme on l'a déjà dit, bleu-clair, je dirais presque gris d'argent, sans aucune trace de rouge. Pour mieux voir si elle renfermait du rouge, j'employai des verres bleus et violets dans l'idée que ces verres exerceraient sur la couleur un effet dont je pourrais tirer quelque conclusion sur le rouge contenu dans cette lumière. Lorsqu'on emploie le verre bleu, la lunette se remplit, pour me servir de cette expression, d'une brume bleue brillante, semblable à la lumière fluorescente de la quinine; ce nuage bleu lumineux se voit aussi sans le verre, mais avec une moindre intensité. En arrière l'on voit les raies obscures qui se dessinent comme des lignes noires sur un ruban d'argent. Lorsqu'on fait usage du verre violet, cette lumière brumeuse disparaît complétement, et on voit incomparablement mieux le ruban d'argent avec toutes les raies, se projetant sur le champ absolument obscur de la lunette.

Lorsque je comparai ces lignes avec la photographie de Müller (MÜLLER, *Lehrbuch der Physik*), je reconnus l'identité absolue de toutes les lignes, de sorte que l'on ne peut qu'admirer l'exactitude de la représentation de cette portion du spectre telle que Müller l'a déduite d'une série de photographies.

Je m'occupe maintenant à mesurer les indices de réfraction pour les diverses raies et je poursuivrai ces recherches, devant sous peu recevoir un appareil en quartz.

J. STEFAN. INFLUENCE DE LA CHALEUR SUR LA RÉFRANGIBILITÉ DE LA LUMIÈRE DANS LES CORPS SOLIDES. (*Sitzungsber. d. Wiener Akad. d. Wissensch.*, 1871, t. LXIII, p. 223-245; *Zeitschrift für die gesammten Naturwisensch.*, 1872, t. V, p. 72.)

On sait que dans les corps solides et liquides en général l'indice de réfraction diminue lorsque la température augmente. Le verre et le spath calcaire font exception à cette

règle. Pour le spath le fait s'expliquerait par son inégale dilatation dans différentes directions ; quant au verre, l'auteur pense que cela tient peut-être à ce qu'il est composé de cristaux irréguliers se comportant comme le spath. Mais M. Stefan s'est efforcé avant tout de déterminer dans quelle mesure la diminution de la réfraction par la chaleur dépend de la longueur d'onde des rayons lumineux. Il a exécuté sur ce point une série de mesures s'étendant non-seulement au verre, mais aussi au chlorure de sodium et de potassium, à l'alun de potassium, au spath fluor, etc. Il a trouvé que le sel gemme et la sylvine sont parmi les substances étudiées celles qui sont sous ce rapport les plus sensibles aux changements de température. au point que le déplacement du spectre donné par ces substances pourrait servir pour des mesures thermométriques. Dans le verre, les variations sont beaucoup plus faibles, elles se distinguent de celles obtenues avec le sel gemme et la sylvine, en ce qu'elles augmentent avec la température et en ce qu'elles sont plus marquées dans la portion bleue du spectre que dans le rouge, tandis que pour ces deux sels elles sont plus fortes dans le rouge.

J. TYNDALL. CONTRIBUTIONS TO MOLECULAR, etc. CONTRIBUTIONS A LA PHYSIQUE MOLÉCULAIRE DANS LE DOMAINE DE LA CHALEUR RAYONNANTE. (In-8°. Londres, Longmans, Green & Co, 1872.)

M. Tyndall a entrepris de réunir, en les réimprimant, ses divers mémoires scientifiques épars dans différents recueils. C'est ainsi qu'il y a deux ans il publiait un volume renfermant ses travaux sur le diamagnétisme[1]. Il vient de paraître un nouveau volume comprenant les recherches de l'auteur sur la chaleur rayonnante, recherches que nous avons souvent signalées aux lecteurs des *Archives*. Nous nous félici-

[1] On diamagnetism and magne-cristallic action. In-8°. Londres, 1870.

tons pour notre part de cette réimpression : les travaux de M. Tyndall sont trop importants, et il y a trop souvent à y recourir pour qu'il ne soit pas très-utile de les avoir facilement sous la main.

CHIMIE.

J. H. Gladstone et A. Tribe. — The action of oxygen on copper nitrate in a state of tension.... De l'action de l'oxygène sur le nitrate de cuivre dans l'état de tension. (*Proccedings of the Royal Society*, tome XX, n° 134.)

C'est à l'occasion d'expériences récentes, relatives à l'action du nitrate d'argent sur le cuivre, que les auteurs ont remarqué que les extrémités des cristaux d'argent devenaient fréquemment rouges, comme s'ils étaient recouverts d'une couche mince de cuivre métallique. Un examen plus attentif leur montra que ce phénomène n'avait lieu que lorsque le nitrate d'argent était épuisé, et seulement pour les cristaux d'argent restés en contact métallique avec le cuivre. Ils remarquèrent aussi que le libre accès de l'air était une condition indispensable à la formation de la couche cuivrée; que celle-ci ne se dépose jamais dans le cas de vases d'où l'oxygène est exclu, ni sur ceux des cristaux d'argent qui se trouvent à une certaine profondeur au-dessous de la surface du liquide, lors même qu'ils pouvaient être en contact immédiat avec le cuivre. En introduisant de l'oxygène dans une cloche renversée, remplie d'une solution de nitrate de cuivre, et tenant en suspension des cristaux d'argent reposant sur des branches de cuivre, on a remarqué que les extrémités des cristaux sont devenus rouges, et que la solution est remontée graduellement dans la cloche, par suite de l'absorption du gaz. L'oxygène de l'air, ou de l'oxygène mélangé avec de l'hydrogène ou de l'acide carbonique, s'est trouvé être absorbé de la même manière.

Plus tard les auteurs ont substitué au cuivre recouvert de

cristaux d'argent des plaques de chacun de ces deux métaux. Lorsque ces plaques, liées l'une à l'autre par un fil de fer, ont été plongées en partie dans une solution ordinaire de nitrate de cuivre, on a vu bientôt paraître sur la surface de la plaque d'argent un léger dépôt jaunâtre qui a été en croissant pendant un jour ou deux, tandis qu'au niveau de la surface du liquide ce dépôt était plus épais, et s'étendait même un peu au-dessous de la surface. Plus tard il a passé du jaune au rouge, et vu au microscope, il présentait une apparence cristalline.

Afin de s'assurer que le dépôt jaunâtre qui recouvrait la plaque d'argent n'était pas dû à de l'air dissous dans la solution même, les auteurs ont profité de la réaction ci-dessus pour préparer une solution de nitrate de cuivre dans laquelle il ne pouvait y avoir trace d'oxygène. Dans ce but, ils ont renfermé dans un cylindre étroit une solution ordinaire de sel de cuivre mélangée à du nitrate d'argent. Une bande de feuille de cuivre, retournée en spirale, de façon à retenir à sa surface l'argent déposé, a été introduite dans le cylindre, et y est restée pendant vingt-quatre heures. La solution, ainsi obtenue, ayant été exposée à l'action des plaques de cuivre et d'argent, au bout de quelques heures on n'a remarqué aucune diminution dans le lustre du disque d'argent, sauf au niveau, nettement limité, de la surface du liquide. En agitant cette même solution à l'air pendant trois ou quatre minutes, on a vu se précipiter un dépôt jaunâtre sur le métal blanc. La couleur de ce dépôt, de même que son aspect général, joint au fait qu'il ne se produit que là où il peut y avoir de l'oxygène absorbé, montre que ce n'est pas du cuivre à l'état métallique, mais bien de l'oxydule de cuivre. On en a eu d'ailleurs la preuve, en ce que de l'acide sulfurique dilué le transforme de suite en cuivre rouge métallique et en sulfate de cuivre. Les auteurs ont aussi remarqué la réaction suivante, mais qui n'est visible qu'au microscope. Si l'on traite le dépôt cuivré avec du nitrate d'argent, il ne se produit pas de cristaux ordinaires d'argent, mais au bout de quelques moments,

on voit apparaître de minces fils d'argent qui parcourent le liquide, s'entre-croisant souvent à angle aigu, pendant que les cristaux jaunâtres passent au noir. On a constaté que c'était aussi là une propriété de l'oxydule de cuivre.

La précipitation de l'oxyde de cuivre sur l'argent est accompagnée d'une dissolution équivalente du cuivre de l'autre plaque. C'est ainsi que dans une expérience faite avec une solution de nitrate de cuivre qui avait été exposée pendant quatre jours à l'air, on a constaté que la plaque d'argent avait augmenté en poids de 0,016 gr., tandis que la plaque de cuivre avait perdu 0,015 gr. Or, la quantité de cuivre requise pour la production de 0,016 gr. de l'oxydule serait un peu au-dessus de 0,014 gr.

Le fil métallique qui, dans l'expérience ci-dessus, a servi à lier les deux plaques, a une action prononcée sur l'aiguille du galvanomètre. Le courant développé passe à travers le liquide du cuivre à l'argent, c'est-à-dire, a lieu dans la même direction que si le cuivre avait été dissous par un acide, et de l'hydrogène dégagé sur la plaque d'argent. Les auteurs, occupés de l'origine de ce courant, étaient déjà convaincus par ce qui précède qu'il ne pouvait être dû à l'action de l'oxygène sur le cuivre; mais pour lever tout doute à cet égard, ils ont eu l'idée de plonger deux plaques unies de cuivre et d'argent, la première dans une solution pure, c'est-à-dire, désoxygénée de nitrate de cuivre, et la seconde dans une solution oxygénée, les deux liquides communiquant l'un avec l'autre à travers le diaphragme d'un élément de pile voltaïque. Au bout d'une demi-heure la plaque d'argent s'est trouvée couverte d'une pellicule rougeâtre, tandis que le cuivre était resté parfaitement intact. Lorsque l'expérience avait duré trois heures, on a trouvé que le poids de la plaque de cuivre avait diminué de 0,003 gr., tandis que la plaque d'argent avait augmenté de 0,004 gr. En intervertissant la position des plaques, on a remarqué que celle en cuivre se recouvrait d'une pellicule d'oxyde, tandis que la plaque

d'argent est restée parfaitement brillante. Les auteurs en concluent que, par suite de l'action simultanée des deux métaux, le sel dissous se trouve dans un état de tension tel, que l'oxygène produit une modification chimique qui autrement serait impossible, et que cette modification se fait sentir d'abord dans le voisinage immédiat du métal le plus négatif.

Bien que les auteurs n'aient étudié à fond que la réaction décrite plus haut, ils se sont convaincus par l'expérience que cette réaction n'est pas un fait isolé, et que chacun des éléments en jeu peut être remplacé par d'autres. C'est ainsi que le sulfate de cuivre peut être substitué au nitrate, et le platine à l'argent. De même le chlore peut être substitué à l'oxygène, avec production de sous-chlorure au lieu d'oxydule. On peut aussi se servir de zinc comme métal positif avec une solution de chlorure de zinc; dans ce cas, c'est le cuivre qui devient négatif, et c'est sur la surface de ce cuivre que se déposera la couche d'oxyde de zinc.

MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

Antonio Stoppani. Corso di geologia. Vol. I. Dinamica terrestre. Milano, 1871.

L'étude des forces qui agissent aujourd'hui à la surface du globe prend de jour en jour une place plus importante dans l'histoire de la géologie. Les progrès modernes de la science ont montré que c'est là qu'il faut chercher l'explication des phénomènes anciens dont nous ne pouvons plus constater que les effets, et cette nouvelle méthode a déjà produit dans la partie physique de l'étude de la géologie de notables modifications. Les sondages qui se font maintenant dans les mers de l'Amérique, de l'Angleterre, de la Scandinavie ont déjà amené et amèneront encore des changements dans la stratigraphie et dans les idées reçues sur la distribution des faunes marines ; elles renverseront probablement bien des faits

que l'on croyait acquis à la science. Convaincu de la nécessité pour la géologie, de l'étude physique du globe, M. Stoppani consacre un volume entier du traité de géologie qu'il publie aujourd'hui à l'examen des phénomènes contemporains. « La géologie, dit-il, est l'histoire de la terre tirée de la « comparaison des effets produits par les causes actuelles « avec les faits qui attestent l'action des mêmes causes dans « le passé. »

Le seul volume qui ait encore paru porte le titre de dynamique terrestre, divisée par l'auteur en dynamique terrestre externe et interne. La première comprend l'étude de la terre en général et celle des forces physiques, chimiques et mécaniques qui agissent sur elle, la circulation atmosphérique, son influence par la distribution des vapeurs d'eau et comme agent d'érosion, les courants et les dénudations qu'ils produisent à la surface des continents, la circulation océanique, la force biologique et l'étude des bancs de coraux, les dépôts d'origine organique, enfin les glaciers alpins et polaires. Dans la seconde partie, l'auteur traite de la circulation souterraine des eaux, des sources, des volcans, de leur origine et de leur distribution, de la formation des montagnes volcaniques, des volcans sous-marins, des salses, des volcans de boue, des sources geysériennes, des émanations gazeuses, du pétrole, des tremblements de terre et des oscillations de l'écorce terrestre.

Ce volume, dans lequel ces divers sujets sont étudiés d'une manière aussi précise que détaillée, est orné de 98 illustrations. Les deux volumes suivants que nous espérons voir bientôt paraître seront consacrés l'un à la *géologie stratigraphique* ou à l'étude des couches qui composent l'écorce du globe, l'autre à la *géologie endographique* ou à l'examen des révolutions dues aux forces internes.

M. Delesse. Lithologie du fond des mers. 2 vol. in-8° et un atlas.

Ce bel ouvrage, qui n'a pas coûté à son auteur moins de dix ans de recherches assidues, est destiné à faire connaître la nature du fond des mers, celle des dépôts qui s'y accumulent, le mode de répartition de ces dépôts et l'orographie sous-marine. M. Delesse a traité ce sujet presque nouveau dans la science d'une manière générale, mais il en a fait une application particulière aux mers qui baignent la France et sur lesquelles il a pu recueillir des matériaux beaucoup plus nombreux que sur celles du reste du globe. Il a établi dans ce travail les divisions suivantes :

1° *Préliminaires.* — Après avoir indiqué la méthode suivie dans cette étude et donné des renseignements précieux pour ceux qui s'occuperont de recherches analogues, il décrit brièvement l'orographie de la France, celle des mers qui la bordent et il montre l'utilité de la connaissance de la terre ferme pour l'étude des dépôts qui se forment dans la mer avoisinante, ces dépôts provenant soit de l'action destructrice des eaux sur les côtes, soit des débris amenés par les fleuves de toute l'étendue des bassins hydrographiques qu'ils parcourent.

2° *Agents principaux des dépôts marins.* — Ces agents sont les uns organiques, les autres inorganiques. Les animaux et les végétaux se développent en quantité immense dans les mers du globe et y laissent un nombre considérable de débris; certains animaux dégradent lentement les parois de la mer, tandis que d'autres, les polypiers, les huîtres, les serpules, les animaux adhérents au fond, édifient au lieu de détruire.

Parmi les agents inorganiques qui contribuent à former les dépôts marins, M. Delesse signale : *a*) l'atmosphère ; il étudie la force et la direction des vents et décrit à cette occasion les dunes et leur mode de formation, puis les eaux météoriques et la distribution des pluies en France; *b*) les eaux douces ou saumâtres, les rivières, leurs régimes, les

influences qui agissent sur elles, les matières qu'elles charrient et les dépôts qu'elles forment à leurs embouchures, les lacs et les étangs littoraux; *c*) la mer; les eaux de la mer agissent avec plus de force que les eaux douces en raison de leur masse et de leur densité; elles attaquent plus facilement les roches à cause des sels qu'elles tiennent en dissolution; les vagues et les courants sont les deux agents d'érosion et de transport des matériaux qui forment les dépôts marins et leur action qui se lie à celle des marées est très-complexe. A ces agents, qui sont tous extérieurs, il faut joindre les agents intérieurs, les eaux souterraines, les éruptions et les dislocations de la croûte terrestre.

Le fond des mers présente un sol très-accidenté dont l'étude constitue l'orographie sous-marine. Il y existe, de même qu'à la surface émergée des continents, des montagnes et des vallées de fractures, des dépressions et des terrasses dues à l'érosion. Il est à remarquer cependant que le relief sous-marin est moins accentué que celui de la surface et que l'érosion qui, sur les continents, rend le relief plus accidenté, tend au contraire à niveler le fond de la mer.

Les dépôts marins peuvent être mécaniques, organiques ou chimiques, ou réunir ces caractères à des degrés divers; leur nature varie suivant les profondeurs des mers, l'éloignement plus ou moins grand des côtes et un grand nombre de causes différentes.

3° *Composition minéralogique des dépôts marins des côtes de France.*— L'auteur examine successivement les dépôts littoraux et les dépôts sous-marins dans la Miditerranée et dans l'Océan; il étudie aussi la distribution des êtres vivants sur les côtes et les conditions les plus favorables à leur développement. Les mollusques, très-rares lorsque la côte est abrupte ou formée de galets, sont généralement abondants, quand elle est composée de vase sableuse.

La nature minéralogique et chimique de la côte, ainsi que la température et la profondeur des eaux ont une grande influence sur la répartition des mollusques. On peut admettre

trois provinces zoologiques dans les mers qui baignent les côtes de la France, les provinces celtique, lusitanienne et méditerranéenne.

4° *Lithologie des mers principales du globe.* — Ce chapitre fait connaître la répartition et la composition minéralogique des couches marines qui se forment à l'époque actuelle, il indique aussi la distribution des mollusques et des plantes marines. L'auteur a résumé un nombre immense d'observations sur les Océans, les mers intérieures et les lacs ; cette étude est d'une haute valeur par l'intérêt qu'elle présente et par les déductions qu'on peut en tirer pour la connaissance des mers anciennes.

Plusieurs cartes marines servent à la démonstration des résultats obtenus par M. Delesse dans la partie de l'ouvrage que nous venons d'analyser. L'auteur y a figuré au moyen de courbes horizontales et de teintes diverses la profondeur de la mer, la direction des vents et des courants, la nature du sol sous-marin, ses rapports avec l'orographie et la constitution lithologique des côtes ; ce sont des cartes lithologiques qui se distinguent des cartes géologiques en ce que les dépôts de même nature ont été coloriés de mêmes teintes sans tenir compte de leur âge respectif.

5° *France aux diverses époques géologiques.* — M. Delesse consacre la dernière partie de son ouvrage à l'application à la géologie, des faits et des lois exposés dans ce volume.

Il décrit l'état de la France aux diverses époques géologiques et cherche à opérer une restauration des mers anciennes. Cette étude est accompagnée de six cartes représentant les continents et les mers aux époques silurienne, triasique, liasique, éocène, pliocène et actuelle, dans l'espace occupé aujourd'hui par la France.

Dans le figuré de ces cartes, M. Delesse a étendu à toute la France le système des courbes horizontales employé par lui dans ses cartes géologiques souterraines de la ville de Paris et du département de la Seine. « Lorsque les terrains « ne sont pas recouverts par d'autres plus récents, dit

« M. Delesse, leurs courbes horizontales se confondent avec « celles du sol : lorsqu'au contraire, ils sont recouverts, le « tracé des courbes devient très-hypothétique et présente « de grandes difficultés ; quoi qu'il en soit, j'ai cherché à les « esquisser approximativement jusqu'au niveau de la mer. La « courbe ayant la cote zéro est particulièrement intéressante, « car elle figure l'intersection du niveau de la mer avec la « surface supérieure de chaque terrain : or si l'on admet que « ce niveau soit resté constant, les terrains qui s'élèvent au-« dessus de cette ligne ont nécessairement été soulevés et « émergés du fond de la mer. Afin de rendre le relief plus « sensible aux yeux, les courbes horizontales ont été combi-« nées avec des teintes d'autant plus foncées que l'altitude « est plus grande. »

Telle est la méthode ingénieuse adoptée par l'auteur pour la représentation des mers anciennes. On peut comprendre quelles difficultés il a dû surmonter pour appliquer à un pays aussi vaste que la France ce système de représentation. M. Delesse étudie en même temps les déformations subies par les terrains déposés sur le sol de la France, qui proviennent des soulèvements, des dénudations, de la pression exercée sur eux. Les déformations représentées sur les cartes par ce système de courbes sont « la somme de toutes « celles, grandes ou petites, qui se sont produites aux diffé-« rentes époques géologiques et depuis que le terrain a pris « naissance ; en sorte qu'elles sont d'autant plus nombreuses « et plus complexes qu'il est lui-même plus ancien. D'un « autre côté, la grandeur des déformations dépend beaucoup « moins de l'âge du terrain que de son voisinage d'un sys-« tème de montagnes. »

Une analyse si rapide ne peut donner qu'une idée imparfaite du grand nombre de matériaux accumulés dans ce travail, coordonnés d'une manière parfaitement logique et amenant très-naturellement à des conclusions d'une haute importance. Elle permettra du moins d'apprécier la nouveauté et la valeur de ce genre de recherches, soit pour la con-

naissance des mers actuelles, soit pour celle des mers anciennes ; car une loi basée sur des faits qui se passent aujourd'hui dans le fond ou sur les côtes de la mer peut expliquer les observations faites dans tous les terrains stratifiés. Le texte est accompagné d'un volume entier de tableaux d'observations relatives aux dépôts atmosphériques, lacustres et marins; l'atlas de cartes dont nous avons parlé, et qui offre la représentation graphique des faits démontrés dans le cours de cet important ouvrage, est admirablement exécuté.

E. F.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

A. GRIMM. EXPERIMENTELLE UNTERSUCHUNGEN, etc. RECHERCHES EXPÉRIMENTALES RELATIVES A L'ACTE DU VOMISSEMENT. (*Pflüger's Archiv*, 1871, p. 205). — KLEIMANN und SIMONOWITSCH. MÊME SUJET. (*Ibid.*, 1872, p. 280.) — Expériences faites dans le laboratoire de Zurich sous la direction de M. le professeur HERMANN.

M. Gianuzzi a été amené par ses recherches (*Centralblatt für d. med. Wissensch.*, 1865, pl. 1, et 129) à admettre que le centre nerveux dirigeant les mouvements des muscles qui président à l'acte du vomissement est situé au-dessus de la moelle épinière et très-probablement dans la moelle allongée. On sait d'autre part que les mouvements rhythmiques de la respiration sont sous la dépendance de l'innervation de la moelle allongée; les recherches de nombreux physiologistes, celles entre autres de MM. Traube, Thiry, Rosenthal, Pfluger, Hermann, Bert, etc. ont prouvé que le sang désoxygéné selon les uns, ou surchargé d'acide carbonique selon les autres, est l'agent excitateur des centres respiratoires (moelle allongée) et produit le besoin de respirer et l'accélération des mouvements de respiration.

M. Rosenthal a démontré de plus qu'en pratiquant artificiellement la respiration sur un animal au moyen d'un tube

introduit dans la trachée, on peut en accélérant cette insufflation suroxygéner le sang et produire ainsi le phénomène qu'il nomme l'*apnée*, état dans lequel le sang suroxygéné n'excite plus les centres respiratoires, d'où résulté la cessation de tout mouvement respiratoire. Si l'on interrompt la respiration artificielle l'oxygène en excès dans le sang ne tarde pas à être transformé en acide carbonique; ce changement d'état du sang excite de nouveau les centres respiratoires, les mouvements respiratoires se rétablissent, puis augmentent de rapidité et d'ampleur en raison directe de la desoxygénation du sang, ou de sa surcharge d'acide carbonique.

Le phénomène de l'apnée modifie donc profondément le rhythme respiratoire, il était par conséquent très-naturel de rechercher si cet état du sang modifie également le vomissement dont le centre d'action paraît d'après M. Gianuzzi être aussi situé dans la moelle allongée, c'est ce qu'a fait M. Grimm.

Administrant dans ce but du tartre stibié à des chiens préalablement rendus apnéiques au moyen de l'insufflation d'air dans la trachée, l'auteur est arrivé aux conclusions suivantes:

« 1° Pendant l'entretien d'une respiration artificielle énergique l'action vomitive du tarfre stibié n'est que rudimentaire et ne produit point l'évacuation de l'estomac.

« 2° La respiration artificielle dont l'action est de suspendre les mouvements respiratoires ne permet pas au vomitif d'agir.

« Ces faits tendent à faire admettre que le vomitif amène une excitation spéciale des centres respiratoires dont le mode d'action, pour être compris, réclame de nouvelles recherches. »

MM. *Kleimann* et *Simonowitsch*, sous la direction de M. le professeur *Hermann* ont, en expérimentant sur des chiens, comparé l'effet que produit le tartre stibié quand on l'introduit dans l'estomac, avec celui qu'il produit quand on l'injecte directement dans les veines. Ces auteurs sont arrivés au résultat inattendu que l'émétique introduit dans l'estomac agit

plus promptement et à plus faibles doses que lorsqu'on l'introduit dans une des veines jugulaires. Dans ce dernier cas, malgré les précautions que les expérimentateurs prirent pour que les chiens en expérience ne puissent en léchant la plaie veineuse introduire du tartre stibié dans leur estomac, ils ont pu constater la présence de l'antimoine dans les matières vomies, cet antimoine provenait par conséquent de l'injection veineuse, avait pu parvenir dans l'estomac par voie d'excrétion, et produire le vomissement par sa présence dans l'estomac; telle est du moins l'opinion que croit devoir adopter M. Hermann. Ces résultats expérimentaux sont en contradiction avec l'opinion de M. Gianuzzi, qui admet que le tartre stibié porte son action sur les centres nerveux : ils tendent à démontrer que ce médicament agit au contraire sur les terminaisons des nerfs innervant l'estomac, auxquels il faut probablement ajouter les nerfs innervant le pharynx et l'intestin, puisque les animaux dans les veines desquels on injecte de l'émétique après l'ablation de l'estomac peuvent encore vomir, comme l'avait déjà démontré Magendie.

M. Hermann nous promet de nouvelles publications sur ce sujet qui offre encore quelque obscurité. Dr P.

Dr R. Boehm, Privat-docent, et Louis Wartmann (de Genève), stud. med. Untersuchungen, etc. Recherches sur les effets physiologiques de l'alcaloïde tiré de l'aconitum napellus. (Wurzbourg, 1872.)

Les effets physiologiques de l'aconitine ont déjà été examinés par Schroff, Leonides von Praag et Achscharumow. Les auteurs du Mémoire que nous analysons se sont proposé de vérifier les résultats de leurs prédécesseurs, et de pousser plus loin l'étude d'un médicament énergique qui peut devenir rapidement mortel, dès qu'il est pris à une dose trop grande.

L'aconitine se présente sous la forme d'une poudre fine, sans couleur ni odeur, qui se dissout fort bien dans l'eau

distillée très-légèrement acidulée, en développant une odeur aromatique agréable. Chauffée avec de l'acide phosphorique elle se teint d'une nuance verte caractéristique. Pour se mettre à l'abri des altérations possibles, MM. Bœhm et Wartmann ont employé une solution toujours récente, à 1 °/ₒₒ.

Des doses de 0^{mg},5 à 5^{mg} suffisent pour priver une grenouille de la faculté de se mouvoir, quand on les injecte dans la veine abdominale ou sous la peau de la région dorsale. Avant la paralysie, on voit se développer, sous l'influence de doses modérées quelques phénomènes caractéristiques. Des contractions se manifestent d'abord dans les muscles latéraux de l'abdomen, puis elles s'étendent dans les autres muscles, tantôt contrariant les mouvements respiratoires, tantôt s'accordant avec eux au point de les faire ressembler à ceux du vomissement et de repousser l'estomac jusque dans la gueule. Bientôt ces contractions gagnent les autres muscles, en commençant par ceux de l'extrémité postérieure, et finissent par atteindre ceux de l'extrémité antérieure. Tous ces symptômes précurseurs de la paralysie durent de dix à vingt minutes. Aussitôt après l'empoisonnement, l'animal souffre de vives douleurs, mais l'excitabilité réflexe s'amoindrit rapidement, et les mouvements ne se produisent plus que sous l'action des excitants les plus énergiques. Les derniers mouvements réflexes sont ceux d'occlusion des paupières provoqués par l'excitation des conjonctives au moyen d'une aiguille.

Chez les lapins, une injection sous-cutanée de 0^{gr},01 à 0^{gr},05 détermine au bout de 15 minutes (une injection dans la veine jugulaire au bout de 2 à 5 minutes) des mouvements très-intenses de la mâchoire, évidemment produits par l'hypersécrétion d'une salive filante. Les mouvements respiratoires se ralentissent considérablement, deviennent plus intenses, ressemblent à des crampes, en sorte que l'expiration paraît forcée. Une pause la sépare de l'inspiration suivante. La respiration est souvent suspendue pendant 15 à 30 secondes. L'expiration forcée rappelle les mouvements ru-

dimentaires de l'expectoration, et le diaphragme est soulevé puissamment dans la poitrine par les contractions spasmodiques des muscles obliques de l'abdomen. Bientôt surviennent des contractions fibrillaires des divers muscles volontaires, avec des crampes cloniques de courte durée apparaissant dans quelques groupes de muscles. La sécrétion de la conjonctive augmente d'une manière notable et les pupilles sont extrêmement dilatées. Après une demi-heure d'empoisonnement, l'animal traîne ses membres inférieurs à demi paralysés quand on l'oblige de se mouvoir. Il réagit d'une manière assez prompte contre les excitations extérieures, et la sensibilité est loin d'être totalement éteinte. La paralysie des nerfs volontaires, le ralentissement et la difficulté de la respiration s'accentuent de plus en plus jusqu'à ce que la mort survienne, sans fortes convulsions, au bout d'une heure et demie à trois heures. Il n'est pas rare de voir auparavant l'animal évacuer de grandes quantités d'urines troubles et de matières fécales. On n'a pas observé de diarrhée d'une nature spéciale.

Cet ensemble de symptômes, qui s'accordent exactement avec ceux que Schroff a décrits, n'est pas sensiblement modifié quand on opère sur des chiens et sur des chats. Ceux-ci sont très-sensibles à l'aconitine, et il en faut, pour les tuer, à peine davantage qu'aux lapins. Les chiens, au contraire, présentent de grandes différences à cet égard.

Chez les mammifères, la mort survient en général subitement et sans agonie violente. A l'examen cadavérique, on constate que le cœur s'est arrêté en diastole. Souvent les oreillettes offrent encore des pulsations. Presque tout le sang s'est condensé dans le ventricule droit, le gauche n'en renferme presque pas. Sous l'influence des courants électriques les plus violents, le cœur ne présente aucune réaction, circonstance qui permet de distinguer l'empoisonnement par l'aconit de celui produit par la muscarine. En outre, on constate que les grands troncs veineux sont pleins de sang, tandis que les artères sont généralement

vides. Le sang présente peu de tendance à se coaguler. On ne trouve rien de changé dans l'estomac et le canal intestinal. Les reins sont fortement congestionnés, et chez les chiens, la vessie est fréquemment distendue par une urine trouble très-abondante. Dans l'urine des chats et des lapins on n'a constaté ni albumine ni sucre. Les troncs nerveux et les muscles des mammifères se sont toujours trouvés excitables après la mort sous l'influence de courants induits. En agissant sur le nerf phrénique, on détermine d'énergiques contractions du diaphragme. Enfin, on a constaté chez les chiens une diminution remarquable de la température du corps.

Les auteurs divisent leur travail en quatre parties: 1° effets de l'aconitine sur le système nerveux des grenouilles; 2° son influence sur les organes de la circulation; 3° son influence sur le centre nerveux vasculaire; 4° son influence sur la respiration. Ils donnent à la fin de leur mémoire les résultats détaillés des plus importantes d'entre les 69 observations qu'ils ont recueillies. Dans une planche ils ont figuré la courbe du pouls normal d'un lapin, la représentation graphique des différentes phases de l'empoisonnement de cet animal, la courbe du pouls normal chez un chien, puis les modifications de cette courbe sous l'influence de l'aconit, soit immédiatement avant la mort, soit à différents stades de l'excitation. Comme terme de comparaison, on y trouve la courbe du pouls d'un chien, enregistrée comme les précédentes à l'aide du manomètre à ressort, après une injection de digitaline. Sans pouvoir entrer dans des détails plus circonstanciés, nous terminons cet extrait par l'indication des résultats généraux auxquels les auteurs ont été conduits:

L'aconitine agit d'abord sur les organes centraux de la moelle épinière; elle détermine en premier lieu une diminution dans la puissance réflexe des cellules sensibles de la moelle, et cet effet se transforme peu à peu en une diminution d'excitabilité des cellules motrices, qui se termine

par la paralysie totale de tous les mouvements volontaires et reflexes. Les nerfs périphériques, ainsi que les muscles, ne sont absolument pas affectés par le poison. Il y a cependant une excitation probable des terminaisons nerveuses intramusculaires, qui se manifeste par des contractions fibrillaires. Au début, de petites doses produisent habituellement une excitation des diverses cellules motrices de la moelle, et c'est l'origine vraisemblable des mouvements de vomissements, des crampes des muscles de l'abdomen et des contractions cloniques que nous avons signalés.

Prise à haute dose, l'aconitine produit chez les mammifères une diminution considérable de la fréquence des battements du cœur; bientôt cet organe devient immobile, après une phase d'accélération très-passagère dans les derniers instants.

La pression sanguine moyenne se trouve au début quelque peu accrue chez les lapins, tandis que chez les chiens et les chats elle est toujours sensiblement amoindrie. Quant au travail produit par chaque battement du cœur, il est en tous cas accru. Dans le dernier stade, la pression est toujours extraordinairement faible. Sous l'influence de petites doses, l'effet de l'aconitine se résout en paroxysmes spéciaux. On peut supposer avec vraisemblance que cette substance détermine une excitation des soupapes du cœur, et on peut dire avec certitude que Achscharumow s'est trompé quand il a attribué à ce poison une excitation du nerf vague.

L'aconitine empêche l'action réflexe des cellules sur le centre nerveux du système vasculaire, en détruisant leur sensibilité. Ce centre nerveux lui-même est paralysé peu d'instants avant la mort.

Enfin MM. Bœhm et Wartmann sont tentés d'admettre que le poison affecte dans la moelle épinière les parties qui sont préposées à la coordination de l'activité des muscles auxiliaires de la respiration. E. W.

Edouard VAN BENEDEN. RECHERCHES SUR L'ÉVOLUTION DES GRÉGARINES. (*Journal de Zoologie*, tome I, nº 2, 1872, p. 134-165, pl. VII.)

Les recherches de M. E. van Beneden sur la *Gregarina gigantea* du homard viennent confirmer les observations de Lieberkühn sur la transformation de certaines formes amœboïdes en grégarines; seulement les phases sont ici un peu différentes de celles qui ont été observées chez les grégarines du lombric. L'auteur a trouvé dans l'intestin grêle du homard de petites masses protoplasmiques finement granuleuses, dépourvues de membrane et de noyau. Ces masses qui changent continuellement de forme, ressemblent beaucoup aux *Protamœba primitiva* ou *Pr. agilis* de Hæckel, dont elles diffèrent seulement en ce qu'elles présentent de fines granulations moléculaires jusqu'à la périphérie et qu'elles n'émettent jamais de vrais pseudopodes. Selon la nomenclature de Hæckel ce serait de vrais gymnocytodes.

A côté de ceux-ci l'on trouve de petites globes protoplasmiques qui n'en diffèrent que parce qu'ils ont perdu la faculté de se mouvoir et de changer de forme. Ils n'ont pas davantage de membrane d'enveloppe, mais leur forme sphéroïdale est conservée par une couche périphérique de protoplasme plus dense, moins fluide.

Avec ces formes globulaires et immobiles l'on en trouve d'autres tout à fait semblables, sauf qu'elles portent un ou deux prolongements qui ne peuvent pas être assimilés à des pseudopodes, mais plutôt à la tige mobile des Noctiluques; M. van Beneden désigne ces cytodes sous le nom de *cytodes générateurs*, parce que ce sont eux qui donnent directement naissance aux grégarines. Lorsqu'il y a deux prolongements ceux-ci sont insérés à peu de distance l'un de l'autre. L'un de ces prolongements, qui est plus court, plus grêle, à contours plus pâles et ne renfermant que des granules très-fins, est presque dépourvu de motilité. S'il est entraîné contre un

corps dur, on le voit se couder et le coude ainsi produit persiste très-longtemps. L'autre prolongement est notablement plus long et un peu plus large, à contours plus foncés et à protoplasme plus réfringent. Outre un pointillé très-fin, il contient des granulations opaques qui sont très-nombreuses à son extrémité légèrement élargie. Ce prolongement est doué d'une motilité extrême qui se manifeste de deux manières. Il peut se balancer comme la tigelle des Noctiluques, ou présenter une inflexion qui se propage de l'extrémité vers la base et qui est suivie d'un brusque redressement de tout le bras. En même temps que se fait ce mouvement de redressement, un courant porte le protoplasme granuleux du centre du cytode dans l'intérieur du bras. Cette action répétée produit un allongement du bras, qui est accompagné d'un rétrécissement de sa portion basilaire et d'une accumulation de granulations opaques dans sa portion terminale.

Lorsque le bras mobile a atteint une certaine longueur, il se détache du corps du cytode et se meut à la manière d'un nématode. Nous verrons bientôt quelles transformations ultérieures il subit.

Après que ce bras s'est détaché et a acquis une existence indépendante, l'autre prolongement suit le cours de son développement et arrive au même état que le premier; seulement il a besoin pour cela de tout le reste du corps du cytode.

Si M. van Beneden a coordonné d'une manière exacte les différentes phases qu'il a pu observer dans l'intestin du homard, nous devons conclure qu'un seul cytode donne successivement naissance à deux prolongements destinés à se développer chacun en une grégarine; l'un se détache du corps du cytode; l'autre absorbe le reste de ce corps.

L'auteur désigne ces filaments protoplasmiques à mouvements très-actifs sous le nom de *pseudofilaires*; il suppose que c'est leur ressemblance avec de jeunes nématodes qui a

fait admettre par de certains auteurs que les grégarines sont une phase de l'évolution des nématodes.

Ces pseudofilaires sont effilés à une de leurs extrémités, et légèrement renflés à l'extrémité opposée (céphalique) qui est toujours fortement chargée de granules réfringents. Après un certain temps d'activité, leurs mouvements se ralentissent; la longueur du corps diminue peu à peu, en même temps que sa largeur augmente, surtout dans la partie antérieure. Puis tout mouvement cesse; le pseudofilaire devient immobile. On voit apparaître vers le milieu du corps une tache circulaire foncée, formée d'une matière plus réfringente que le protoplasme, et dont les limites deviennent de plus en plus distinctes; c'est le nucléole. Autour du nucléole apparaît une zone transparente, sans granulations, dont les limites sont d'abord peu nettes, et qui deviendra le noyau de la cellule. Le pseudofilaire se raccourcit et devient plus ou moins ovalaire; on commence à distinguer une saillie ou renflement antérieur dans lequel les granulations réfringentes ont une tendance à s'accumuler.

L'on a alors sous les yeux une grégarine qui n'a plus à subir que des changements de peu d'importance. Elle s'allonge et prend de plus en plus la forme d'un boyau un peu renflé dans son quart antérieur. La partie postérieure s'allongeant plus que l'antérieure, le noyau finit par se trouver à l'extrémité du premier tiers du corps. Les granules réfringents accumulés dans le renflement terminal antérieur forment un amas séparé du protoplasme granuleux du reste du corps par une sorte de cloison transversale constituée par une couche de protoplasme transparent. La partie externe du protoplasme du corps qui formait d'abord une simple couche homogène et transparente sans granulations, se délimite de plus en plus et présente bientôt la forme d'une membrane à double contour. Le noyau devient régulièrement ovalaire et s'entoure aussi d'une membrane.

Par ces changements et son augmentation de taille le

pseudofilaire finit par acquérir les formes définitives de la *Gregarina gigantea* et une longueur qui va jusqu'à 16 millimètres.

M. van Beneden fait suivre cette description de l'évolution des grégarines de considérations générales fort intéressantes sur les Monères et la phase monérienne des grégarines. Selon lui, si l'on admet que la substance des Monères et des cytodes est identique avec le sarcode des Rhizopodes et le protoplasme des cellules, au point de vue des propriétés *physiques* et *vitales*, on doit la considérer comme différente de ces corps au point de vue chimique parce qu'elle renferme encore les éléments des organes nucléaires qui s'en différencient dans la cellule. Il propose en conséquence le nom de *plasson* pour la *substance constitutive du corps des Monères et des cytodes*. Tout en reconnaissant avec lui que soit dans la série ontogénique soit dans la série phylogénique, l'on trouve toujours au commencement ce *plasson* avant de rencontrer les formations cellulaires, il nous semble que la nécessité de ce néologisme ne se faisait pas encore sentir. Nos connaissances sur les formations nucléaires comparées au protoplasma sont trop insuffisantes pour qu'il soit bien urgent de distinguer ces substances par des noms destinés à faire ressortir leurs différences chimiques. D'ailleurs, si l'on entrait dans cette voie, on ne pourrait s'en tenir à la nomenclature proposée par M. van Beneden; il faudrait avoir un premier nom pour la substance vivante qui ne présente encore ni nucléole, ni nucleus, ni membrane d'enveloppe; un second pour celle qui a déjà abandonné les éléments nécessaires à la formation du nucléole; un troisième pour celle dont se sont séparés les éléments d'un nucléole et d'un nucleus, corps que M. van Beneden considère comme chimiquement différents (p. 146); un quatrième pour celle qui, outre ces organes nucléaires, a fourni les éléments d'une membrane d'enveloppe. Cette liste est encore incomplète; il faudrait y ajouter entre autres le protoplasme des lépocytodes. Remarquons en

outre que la substance à laquelle M. van Beneden veut donner le nom de plasson en raison de sa composition chimique est déjà une substance complexe, même au point de vue histologique, puisque l'auteur reconnaît dans l'intérieur de la masse transparente des granulations de deux sortes, dont les unes sont considérées par lui comme étant des éléments nutritifs, combustibles ; il explique même par la présence ou l'absence de ces granulations la manière différente dont se comportent le bras mobile et le bras immobile des grégarines à l'état amœboïde.

Le développement ontogénique des grégarines représente en raccourci, comme M. van Beneden le fait remarquer, le développement phylogénique de la cellule. Nous avons ici un exemple de génération endogène par la formation du noyau dans le corps des pseudofilaires ; mais dans la formation nucléaire, c'est le nucléole qui apparaît le premier, fait important à noter, et d'autant plus frappant que M. van Beneden a observé chez la *Gr. gigantea* adulte une disparition et une réapparition successives des nucléoles.

En résumé, la grégarine du homard passerait dans le cours de son développement embryonnaire par les phases suivantes :

Phase monérienne,
» de cytode générateur,
» de pseudofilaire,
» de protoplaste,
» de grégarine enkystée,
» de psorospermie.

Il y aurait donc dans son évolution deux phases pendant lesquelles la reproduction aurait lieu par division : 1° Celle qui donne naissance aux psorospermies à la suite de l'enkystement ; 2° celle dans laquelle le cytode générateur produit les pseudofilaires. A. H.

H. Lacaze-Duthiers. Otocystes ou capsules auditives des mollusques gastéropodes. (*Archives de zoologie expérimentale*, tome I, n°s 1 et 2, 1872, p. 97-166; pl II-VI). — F. Leydig. Ueber das Gehörorgan der Gasteropoden. Sur l'organe auditif des gastéropodes. (*Archiv für mikroskopische Anatomie*, vol. VII, 1871, p. 202-219, pl. XIX.)

Si l'on s'en tenait aux dates que portent ces deux mémoires, on pourrait croire que M. Leydig a la priorité sur M. Lacaze-Duthiers; mais en examinant les choses de plus près, on reconnaît qu'il en est autrement. En effet, M. Lacaze avait déjà fait connaître en 1868[1] les résultats principaux de ses recherches sur l'organe auditif des mollusques gastéropodes. Le travail détaillé et accompagné de belles figures qu'il nous donne aujourd'hui dans ses « Archives de zoologie » était prêt à paraître en 1870; sa publication a été retardée par les événements politiques. M. Leydig explique d'ailleurs que c'est la communication faite par M. Lacaze à l'Académie des sciences qui l'a engagé à entreprendre de nouvelles recherches sur l'organe auditif des mollusques, et il rend pleine justice à la belle découverte (schöne Entdeckung) de l'anatomiste français.

Depuis les travaux d'Eydoux et Souleyet, Krohn, et surtout de Siebold, les vésicules auditives des gastéropodes sont bien connues et leur position a été étudiée chez un grand nombre de genres et d'espèces.

Quant à leurs connexions avec les ganglions œsophagiens, on les avait décrites comme variables. Tous les anatomistes étaient d'accord pour admettre que chez les Hétéropodes et les Eolidiens ces vésicules étaient en relation directe avec les ganglions sus-œsophagiens ou ganglions cérébroïdes. Mais chez la plupart des autres gastéropodes on les a toujours vues en rapport avec les ganglions pédieux. C'est ainsi qu'elles ont été décrites et figurées par Leydig chez la *Paludina vivipara* et

[1] *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, tome LVII, p. 882.

chez les Pulmonés, et par Claparède chez la *Neritina fluviatilis* et le *Cyclostoma elegans*. M. Lacaze lui-même a eu souvent l'occasion de décrire ces vésicules auditives dans une position semblable. M. Gegenbaur, ignorant sans doute la première publication de M. Lacaze, admet encore en 1870 que ces organes sont en rapport tantôt avec le ganglion pharyngien supérieur tantôt avec l'inférieur.

C'était un fait assez singulier et en opposition avec les lois de l'organisation que de trouver un organe des sens en rapport tantôt avec un centre nerveux, tantôt avec un autre. Aussi M. Huxley avait-il été frappé de cette anomalie et cherchait-il à tourner la difficulté en supposant que chez les Hétéropodes les nerfs auditifs proviennent en réalité des ganglions pédieux.

En suivant avec soin le nerf auditif, M. Lacaze est arrivé à prouver que l'on s'était trompé jusqu'à présent sur la connexion de l'organe auditif avec les centres nerveux chez la plupart des gastéropodes et que les vésicules auditives, même lorsqu'elles sont en contact avec les ganglions pédieux, n'en sont pas moins toujours reliées directement avec le ganglion sus-œsophagien. Voici comment il formule ce résultat :

« *La position de l'organe de l'audition ou poche à otolithe peut varier; mais ses connexions immédiates avec le système nerveux central restent toujours et constamment les mêmes dans les Gastéropodes, les Hétéropodes et les Céphalopodes. Le nerf acoustique naît toujours du ganglion sus-œsophagien ou cérébroïde qui se trouve par cela même avoir sous sa dépendance un organe des sens de plus et la sensibilité spéciale, tandis que le ganglion pédieux reste plus directement attribué à la motricité.*

M. Lacaze donne à la vésicule auditive le nom d'*otocyste* qui est assez bien choisi et sera probablement adopté, comme l'a été celui d'*otolithes* pour les concrétions calcaires que cette ampoule renferme.

L'auteur classe les gastéropodes qu'il a étudiés en trois types caractérisés par la position des otocystes.

Dans le premier type, où l'on trouve ces organes éloignés des ganglions pédieux, il fait rentrer les *Cyclostoma elegans*, *Pileopsis hungaricus*, *Natica monilifera*, *Calyptræa sinensis*, *Paludina vivipara*, les *Murex* et les *Purpura*. Chez ces mollusques l'otocyste ne repose pas sur les ganglions pédieux; elle n'est en rapport avec les ganglions nerveux que par le nerf auditif. Dans ce cas les otolithes peuvent être nombreux, mais le plus souvent il n'y en a qu'un. L'on doit remarquer que toutes les fois que l'otocyste contient un otolithe unique elle est éloignée des centres nerveux.

Dans un second type comprenant les *Neritina fluviatalis*, *Patella vulgata* et *Haliotis tuberculata*, les otocystes sont voisines des centres nerveux, mais cependant séparés soit des ganglions sus-œsophagiens, soit des ganglions pédieux.

Enfin le troisième type, qui paraît comprendre le plus grand nombre des gastéropodes, offre des otocystes reposant sur le centre pédieux. M. Lacaze a observé cette disposition chez des espèces appartenant aux genres et *Bullœa*, *Succinea*, *Helix*, *Zonites*, *Testacella*, *Lymneus*, *Planorbis*, *Ancylus* et *Clausilia*. On comprend que dans les cas de ce genre les observateurs n'aient pas cherché, pas vu, ou pas pu suivre le nerf auditif qui est souvent fort difficile à apercevoir. Sans s'en laisser imposer par ce contact trompeur, M. Lacaze, soutenu par sa foi dans le principe des connexions, est parvenu à découvrir le nerf partant de l'otocyste et à le suivre jusqu'au ganglion sus-œsophagien.

M. Leydig n'a étudié qu'un nombre bien plus restreint de mollusques, et son mémoire contient moins de faits anatomiques que celui de M. Lacaze. Par contre, il renferme des détails histologiques assez importants, surtout en ce qui concerne le revêtement interne de l'otocyste et la nature du soi-disant nerf auditif. L'épithélium vibratile qui tapisse l'otocyste présente chez les pulmonés, et chez la *Paludina vivipara* un épaississement situé dans la partie qui est opposée à l'insertion du nerf auditif. Cet épaississement rappelle la disposition observée par Boll chez les hétéropodes. Les cellules de

l'épithélium peuvent être de deux sortes, se distinguant surtout par la nature de leurs noyaux. La plupart de ces noyaux sont petits et ont un contenu granuleux. On en trouve d'autres, en plus petit nombre, qui sont contenus dans les cellules de la partie épaissie de l'épithélium ; ils sont plus gros et renferment un nucléole fusiforme. Cette différence entre les noyaux a été observée chez les *Helix pomatia, hortensis, obvoluta, Clausilia similis, Succinea amphibia;* on ne la retrouve pas chez les *Paludina impura* et *P. vivipara.*

Un fait assez intéressant, qui semblerait indiquer certaines analogies entre la couche celluleuse qui tapisse l'otocyste et les ganglions nerveux, c'est que chez le *Planorbis corneus,* dont le cerveau a une couleur rouge de sang, on trouve aussi quelques granulations rouges dans les cellules de l'épithélium de l'otocyste. Nous n'avons cependant encore aucune preuve directe que l'otocyste ou même le cordon qui relie celle-ci au ganglion sus-œsophagien contiennent des éléments nerveux. M. Lacaze définit l'otocyste comme une *vésicule tapissée intérieurement par une couche de cellules nerveuses en continuité évidente avec le système nerveux central et remplie d'un liquide au milieu duquel flottent et tremblotent des particules calcaires agitées par des cils vibratiles* (p. 105). Vers la fin de son mémoire il est beaucoup moins affirmatif en ce qui concerne la nature des cellules et leurs relations avec le ganglion ; il indique en effet comme importante à résoudre la question de savoir si les cellules de la paroi interne de l'otocyste sont nerveuses, et conclut que l'on peut très-légitimement *supposer* que les fibres du nerf se terminent dans les corpuscules qui tapissent les otocystes. « Mais, ajoute-t-il, entre admettre par supposition et induction et avoir constaté la chose *de visu,* il y a une grande distance » (p. 159). M. Leydig ne discute pas cette question, toutefois on peut croire qu'il la résoudrait autrement d'après ce qu'il dit de l'épithélium de l'otocyste et du canal qui réunit celle-ci au ganglion. Pour lui cette communication ne peut porter le nom de nerf auditif que parce que ses rapports avec l'organe auditif sont

comparables à ceux du nerf optique avec l'oreille ; mais, d'après sa structure, il mériterait mieux le nom de canal auditif (Ohrcanal). Sa paroi se compose, comme celle d'un nerf, d'une membrane homogène entourée d'une autre membrane lâche dans laquelle on voit un peu de pigment autour des noyaux. L'intérieur n'est pas rempli de substance nerveuse fibrillaire, mais a un canal limité par un épithélium dont les cellules se détruisent facilement et n'ont pas de cils vibratiles. Malgré cette description, M. Leydig termine en disant que ce canal représente le nerf auditif puisqu'il met la vésicule auditive en communication avec le cerveau. Quelle est la nature de cette communication ? Est-elle purement mécanique, ou nerveuse ? C'est ce qu'il est impossible de dire maintenant, et la question sera probablement difficile à résoudre.

Espérons que M. Lacaze-Duthiers publiera les résultats de ses recherches sur les organes auditifs des céphalopodes, et qu'il abordera aussi l'étude de l'otocyste des Lamellibranches qui a toujours été vue en rapport immédiat ou médiat avec le ganglion pédieux. A. H.

Dr J. Schœbl. Die Flughaut der Fledermæuse, etc. (*Arch. für mikr. Anat.*, vol. VII, 1871, Livr. 1, avec 5 planches. — Dr Th. Eimer. Die Schnautze des Maulwurfs als Tastwerkzeug. (*Ibidem.* Livr. 3, avec 1 planche.) — Dr Schœbl, Das æussere Ohr der Mæuse, etc. (*Ibidem.* Livr. 3, avec 4 planches). — M. J. Dietl. Untersuchungen ueber Tasthaare. (*Comptes rendus de l'Académie royale des Sciences de Vienne*, vol. LXIV, Livr. de juillet 1871.)—Dr J. Schœbl. Das æussere Ohr des Igels als Tastorgan. (*Arch. für mikr. Anat.*, vol. VIII, 1872. 3me Livr., avec 1 planche.)— Dr L. Stieda. Die angeblichen Terminalkörperchen, etc. (*Ibidem.* 2me Livr.)

Pendant plusieurs années, l'étude des organes du toucher des animaux supérieurs avait été négligée. Aussi est-ce avec

plaisir que nous avons lu un ensemble de travaux sur cet important sujet, travaux qui ont mené à des résultats très-intéressants.

M. Dietl reprend l'étude des barbes, ou soies tactiles, de la lèvre supérieure des mammifères. Ses observations ont porté sur le chat, le lapin, la souris et le renard. On sait que la racine de ces barbes est enfermée dans une double enveloppe de tissu conjonctif. Entre ces deux enveloppes se trouvent des lacunes bien connues depuis les recherches de M. Gurlt et de M. Gegenbaur. Ces lacunes, d'après les recherches de M. Dietl, ne seraient autre chose qu'un corps caverneux, dans lequel débouchent de petites artères, et un grand nombre de vaisseaux capillaires; la signification physiologique de cet organe serait de relever le poil par son érection, et d'augmenter ainsi sa sensibilité. Des fibres musculaires, qui se rendent de la base de chaque barbe au fond du follicule de la suivante, ont le même effet physiologique. Dans le sinus caverneux se trouve un corps qui enveloppe aux trois quarts la base de la soie, et dans lequel Dietl a vu pénétrer une foule de fibres nerveuses. Cette observation ne manque pas d'intérêt, si on la compare aux résultats des travaux que nous allons analyser.

On sait, depuis les expériences de Spallanzani, que la chauve-souris possède, dans la membrane de ses ailes, un organe du toucher des plus subtils. L'un de ces animaux, quoique aveuglé, se dirige dans son vol et poursuit sa proie avec la même sûreté que s'il possédait encore l'organe de la vision; chacun a pû observer les mouvements craintifs de la souris, et l'activité pour ainsi dire fébrile avec laquelle elle dirige de tous côtés ses oreilles, comme pour percevoir d'autres sensations encore que celle de l'ouïe; une sensibilité développée de cet organe doit lui être très-utile dans ses voyages souterrains. Il en est de même du hérisson, et sans aucun doute de bien d'autres animaux encore, dont les habitudes sont ou nocturnes ou souterraines.

Quelle est la raison d'être anatomique de cette sensibilité si évidente? Telle est la question que les recherches minutieuses et soignées de Schœbl ont résolue d'une manière très-satisfaisante, en démontrant dans ces organes l'existence de deux systèmes de terminaisons nerveuses, les unes cutanées, les autres s'adressant plus spécialement à la racine des poils.

La membrane de l'aile de la chauve-souris se compose de deux peaux. Les deux dermes sont soudés en un stroma unique, tandis que les épidermes restent distincts. Chaque feuillet épidermique se compose seulement de trois couches simples de cellules plates. Les deux couches les plus profondes constituent la couche de Malpighi.

Les deux surfaces de la membrane sont parsemées de petits poils extrêmement fins, longs de $^1/_4$ de millimètre, plus serrés sur la surface ventrale et la portion qui avoisine le corps, que sur la surface dorsale et l'extrémité de l'aile. Ils sont, pour la plupart, implantés en lignes le long des faisceaux de fibres élastiques. Leur nombre total sur les deux ailes d'un individu adulte est de huit à dix mille. Le follicule du poil est d'une grande simplicité, qui correspond à ses dimensions restreintes. Il ne possède d'autre enveloppe qu'une lame vitreuse assez forte. Chaque poil est accompagné d'une rosette de glandes sébacées et d'une glande sudoripare munie de fibres musculaires lisses.

C'est dans le stroma qui résulte de la fusion des deux dermes, que se distribuent les faisceaux élastiques, formant ici un réseau régulier, mais fort compliqué. A côté de ces fibres se trouve un système de muscles striés auxquels les fibres élastiques servent de tendons. Ces deux lacis ont pour but de plier automatiquement et sans effort la membrane de l'aile, dès qu'elle entre en repos.

Les vaisseaux sanguins et les nerfs prennent leurs parcours à côté des faisceaux élastiques, jusqu'à ce que, par des divisions répétées, ils finissent par atteindre un certain degré

de ténuité. Ils se rapprochent alors de part et d'autre de la surface, tout en s'amincissant, et finissent par former, au contact même de la couche de Malpighi, l'un, un réseau capillaire très-serré, l'autre, un double lacis de fibres nerveuses. Schœbl divise, d'une manière peut-être assez artificielle, ces nerfs en cinq couches ou stratifications superposées, dont la première, qui est impaire et médiane, ne comprend que les gros nerfs; tandis que les autres se répètent des deux côtés de la couche médiane, et sont formées par des nerfs de plus en plus minces, à mailles de plus en plus serrées. Les trois premières stratifications sont composées de fibres à gaînes. Le quatrième lacis, situé près de la couche de Malpighi, ne comprend, au contraire, que des fibres sans gaînes et isolées, de 2,5 à 0^{μ},9 de diamètre ; elles se soudent à leurs points de rencontre, formant ainsi des renflements irréguliers. Le cinquième lacis, enfin, est de même nature que le précédent, mais encore plus délié, et arrive au contact même de la couche de Malpighi.

Les filets nerveux, qui se rendent aux follicules des poils, proviennent de la seconde stratification, et renferment par conséquent des fibres à gaîne et à doubles contours. Ils se composent toujours de deux faisceaux, dont chacun leur amène un nombre égal de fibres ; ces deux faisceaux proviennent soit de nerfs différents, soit d'un même nerf, mais arrivant, dans ce cas, de directions opposées. Ces deux faisceaux se séparent de nouveau à leur entrée dans le follicule, et descendent de part et d'autre, jusque sous la racine du poil, où ils forment, en s'empelotonnant, les corpuscules terminaux. Il résulte de ce que nous venons de dire que les filets nerveux, qui se rendent à chaque poil, se composent toujours d'un nombre pair de fibres.

Nous reviendrons plus loin sur l'explication très-plausible que le savant anatomiste a donnée de cette structure remarquable.

Le peloton nerveux, ou corpuscule terminal, ressemble par

sa forme à une pomme de pin renversée, et mesure 17,5 sur 26$^{\mu}$. Le centre du peloton est formé par un petit amas de cellules qui appartiennent à la racine du poil.

L'analyse détaillée que nous venons de donner du travail de M. Schœbl sur l'aile de la chauve-souris, nous dispense de parler longuement du travail du même auteur, sur l'oreille de la souris et du hérisson, les différences entre ces organes étant peu considérables. Les gros nerfs et les gros vaisseaux, qui forment une seule stratification dans l'aile de la chauve-souris, se dédoublent pour accompagner les deux faces du pavillon cartilagineux de l'oreille; les muscles font entièrement défaut, et le tissu élastique ne présente plus la même disposition régulière. La richesse nerveuse de l'oreille de ces animaux est telle, que l'aile de la chauve-souris paraît pauvre par comparaison.

Chez la souris, les glandes sudoripares font défaut. Les poils sont plus nombreux au sommet et sur les bords de l'oreille, qu'à sa base; le nombre de ces poils tactiles sur les deux oreilles d'une souris adulte est de 12,000. Les filets nerveux commencent par s'enrouler autour de la partie supérieure de la racine de chaque poil, avant de se rendre à la partie inférieure, où ils constituent un petit peloton nerveux.

L'oreille du hérisson est couverte de poils, distribués régulièrement à des distances de $^1/_4$ de millimètre les uns des autres; ces poils sont comparativement forts, et atteignent une longueur de 2,5 millimètres. Les glandes sudoripares ne se trouvent qu'à la base de l'oreille et ne débouchent pas toutes dans les follicules pileux. Le bulbe est allongé, pointu vers le bas, et présente près du sommet une portion resserrée, autour de laquelle s'enroulent les filets nerveux. L'anneau ainsi formé est très-large et puissant; il envoie un assez grand nombre de fibres, qui descendent verticalement et à des distances égales les unes des autres, jusqu'à l'extrémité du bulbe, où ces fibres se réunissent deux à deux par autant de boucles; l'ensemble de ces boucles constitue un corpus-

cule terminal, encore bien plus petit, relativement, que celui de la souris.

Comparant entre eux ces divers organes du toucher, M. Schœbl est conduit à en tirer quelques conclusions fort intéressantes: le nombre toujours identique des fibres nerveuses, composant les deux faisceaux qui se rendent aux poils, lui suggère assez naturellement l'idée, que les pelotons ne sont pas des corpuscules terminaux, mais se trouvent simplement intercalés dans le parcours des nerfs. Peut-être ces fibres s'en retournent-elles de part et d'autre au cerveau, ce qui ferait rentrer ces organes dans la catégorie des nerfs bipolaires.

Il est à remarquer aussi, que l'anneau nerveux entourant le sommet du bulbe, et le peloton qui se trouve à sa base, sont développés en raison inverse l'un de l'autre.

Partout où se rencontrent les poils tactiles, on trouve aussi un réseau nerveux terminal situé sous la couche de Malpighi; M. Schœbl attribue à ce réseau la faculté de percevoir les sensations vagues, telles que celles de température, de douleur, etc., tandis que les corpuscules des poils communiqueraient les sensations plus spéciales du toucher proprement dit.

D'une nature toute différente sont les organes du toucher découverts par M. Eimer dans le museau de la taupe: ce museau présente comme on sait plusieurs saillies arrondies et finement ponctuées; chacun de ces petits points n'est autre chose qu'un papille sensible, mesurant 0,09 à $0{,}2^{mm}$ de diamètre. Le nombre total de ces papilles est d'environ cinq mille, comprenant les terminaisons de plus de 105,000 fibres nerveuses. Aussi comprend-on qu'il suffise d'un coup sur le museau d'une taupe pour la tuer instantanément. L'animal tâte constamment son chemin avec ce museau, qu'il dirige dans tous les sens, palpant tous les objets qui lui paraissent suspects.

Les papilles sont un épaississement de l'épiderme qui se traduit par une saillie à l'extérieur, et par une protubérance de

la couche de Malpighi, dans la profondeur du derme. La saillie extérieure ressemble par sa forme au sommet d'un volcan. Les papilles sont percées de part en part et suivant leur axe, d'une cavité à peu près cylindrique, large de 17,5 à 20$^{\mu}$, et remplie d'une masse gélatineuse. Désignons ce tube et son contenu sous le nom de cylindre tactile. La masse gélatineuse qu'il renferme arrive d'une part jusqu'au contact du derme, et s'arrête d'autre part un peu au-dessous du sommet de la papille, laissant ainsi une petite cavité, qui représente le cratère du volcan. Cette cavité est tapissée intérieurement d'une couche unique de cellules plates, couche qui s'enlève et se perd facilement.

Les parois du cylindre tactile sont formées par une série de cellules épidermiques annulaires superposées. C'est dans le cylindre gélatineux que se trouve l'extrémité des nerfs. Un faisceau d'un vingtaine de fibres nerveuses à double contour, se rend à l'extrémité inférieure de chaque cylindre; à l'instant où elles y pénètrent, ces fibres perdent leur gaîne, et le cylindre d'axe continue seul son chemin vers la surface ; dix-neuf environ de ces fibres nerveuses ainsi simplifiées montent en lignes droites, longitudinales et parallèles entre elles, sur tout le pourtour du cylindre tactile, et au contact même de ses parois. Deux ou trois fibres montent dans l'axe même du cylindre, enveloppées par une dernière fibre nerveuse, qui s'enroule en spirale autour d'elles. Toutes ces fibres se terminent à la même hauteur, près de la surface de la peau. Les fibres périphériques du cylindre tactile se renflent toutes à la fois, au niveau de chaque anneau épidermique, avec lequel elles se soudent par une sorte de bouton nerveux. Outre les fibres que nous venons d'énumérer, on en voit souvent qui se dirigent obliquement vers l'extérieur à travers l'épiderme, et viennent finir près de la surface de ce dernier; ces fibres se soudent également par un nodule, au protoplasma de chacune des cellules épidermiques qu'elles rencontrent.

Ce mode de terminaison est loin d'être nouveau pour la science. Sans parler de la pénétration des nerfs dans les muscles, Hensen et d'autres en ont déjà décrits de semblables dans des cellules de l'épiderme et des os. Seulement ces auteurs ont vu un pinceau de filets nerveux, d'une finesse infinie, qui partaient du nodule, et se rendaient à de petits corpuscules situés dans le noyau des cellules en question. Eimer n'a pas pu confirmer cette dernière observation sur le museau de la taupe.

Quoi qu'il en soit de ce point nous avons affaire ici à de véritables terminaisons de nerfs, résultant de la soudure d'éléments nerveux avec des éléments d'une nature toute différente. Ces corpuscules du toucher, et ceux qu'a décrits M. Schœbl appartiennent donc à deux types parfaitement distincts de terminaisons nerveuses.

Nous ne devons pas omettre de dire, en terminant, que si les résultats de M. Schœbl ont été pleinement confirmés par M. Boll (*Medic. Centralblatt*, 1871, n° 34), ils ont été en revanche l'objet de vives critiques de la part de M. Stieda. D'après le savant de Dorpat, les corpuscules terminaux de la racine du poil ne se rencontreraient que chez des animaux sur le point de muer, et se trouveraient chez ceux-ci sur tous les poils du corps et pas seulement sur ceux de l'aile ou de l'oreille. Loin d'être un enroulement de fibres nerveuses, ces corpuscules ne seraient autre chose que le rudiment du jeune poil qui devra remplacer celui qui est près de tomber.

Cette théorie, qui cadre très-bien avec la théorie de M. Stieda sur la croissance des poils, paraît assez difficile à admettre. Espérons, toutefois, que l'impulsion que de patientes recherches viennent de donner à ce genre d'études, conduira bientôt à la solution de cet intéressant problème.

H. F.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUIN 1872.

Du 1er au 6 à midi, ciel toujours entièrement couvert, avec des averses constantes ; le ciel s'éclaircit dans la soirée du 6.

Le 7, forte rosée le matin; pluie le soir avec fort vent de SO.

14, rosée le matin ; à 4 h. 55 m. tonnerres.

15, rosée le matin; à 3 h. 15 m. tonnerres au NO.

16, rosée le matin à 3 h. 15 m. tonnerres au SO.

17 et 18, rosée le matin.

22, rosée le matin.

25, à 9 h. 10 m. soir, éclairs à l'Ouest; l'orage accompagné de tonnerres éclate un peu plus tard, vers 10 h.

27, rosée le matin.

29, faible rosée le matin ; dans la soirée éclairs.

30, pluie pendant 10 m. à 4 h. après midi; la quantité tombée n'est pas mesurable.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM

	mm
Le 1 à 8 h. soir..........	728,33
5 à 10 h. soir............	728,55
8 à 8 h. matin..........	727,81
11 à 8 h. matin..........	727,28
16 à 8 h. matin..........	733,91
22 à 6 h. matin..........	730,06
27 à 8 h. matin..........	731,60

MINIMUM.

	mm
Le 3 à 6 h. matin..........	722,12
7 à midi.................	723,66
10 à 2 h. après m........	722,30
13 à 4 h. après m........	724,39
19 à 4 h. après m........	723,55
25 à 4 h. après m........	723,42
30 à 2 et 4 h. après m....	724,60

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	o
1	727,07	+ 0,99	+10,61	— 4,63	+ 8,7	+14,8	7,67	—1,41	835	+123	620	980	8,7	14	NNE. 1	1,00	13,4	+ 0,2	145
2	728,05	+ 0,92	+11,25	— 4,11	+ 9,0	+14,8	8,43	—0,71	859	+148	600	950	0,7	2	N 1	0,92	—	—	145
3	722,53	— 3,65	+10,66	— 4,82	+ 9,0	+12,9	8,82	—0,38	941	+230	790	960	11,9	14	SSO. 1	1,00	13,1	— 0,4	145
4	726,52	+ 0,29	+ 9,45	— 6,15	+ 8,0	+13,1	7,98	—1,28	919	+209	800	970	3,2	7	SE. 1	1,00	11,7	— 1,9	145
5	727,48	+ 1,20	+ 8,14	— 7,58	+ 7,2	+10,1	7,50	—1,82	941	+232	800	990	4,6	8	N. 1	1,00	11,3	— 2,4	146
6	726,89	+ 0,56	+11,62	— 4,22	+ 8,5	+16,6	8,88	—0,50	868	+159	700	960	1,4	3	N. 1	0,62	11,2	— 2,6	148
7	724,48	— 1,90	+15,33	— 0,63	+ 8,2	+22,3	9,22	—0,22	721	+ 13	460	900	3,0	3	SO. 2	0,71	12,9	— 1,0	149
8	726,44	+ 0,01	+14,25	— 1,83	+11,2	+17,6	9,26	—0,24	766	+ 58	610	820	2,1	4	N. 1	0,47	12,5	— 1,6	150
9	723,59	— 2,89	+13,62	— 2,58	+12,0	+19,4	9,25	—0,30	821	+114	480	970	11,0	5	SSO. 1	0,91	—	—	151
10	722,69	— 3,84	+14,70	— 1,61	+10,4	+19,8	7,99	—1,61	664	— 42	430	930	6,2	6	SSO. 1	0,68	11,7	— 2,6	155
11	726,70	+ 0,13	+14,85	— 1,57	+11,9	+18,9	7,20	—2,45	603	—103	410	840	...	...	SSO. 1	0,77	11,7	— 2,7	154
12	726,34	— 0,27	+15,10	— 1,43	+12,4	+19,7	8,98	—0,72	718	+ 13	540	800	4,7	7	SSO. 1	0,79	10,6	— 3,9	155
13	725,20	— 1,45	+15,30	— 1,34	+ 9,2	+21,0	8,48	—1,27	669	— 35	450	870	...	...	N. 1	0,10	11,1	— 3,5	158
14	727,54	+ 0,85	+17,93	+ 1,19	+ 9,2	+23,3	10,72	+0,92	701	— 3	450	860	...	...	variable	0,33	11,8	— 2,9	158
15	731,83	+ 5,10	+18,25	+ 1,41	+13,2	+25,0	12,13	+2,28	786	+ 83	410	900	0,2	1	N. 1	0,17	14,9	+ 0,1	160
16	732,88	+ 6,11	+19,88	+ 2,94	+13,8	+26,7	12,23	+2,34	718	+ 16	440	880	...	...	variable	0,23	—	—	161
17	729,18	+ 2,36	+19,91	+ 2,87	+15,2	+25,0	9,65	—0,28	580	—121	370	820	...	...	N. 2	0,04	18,0	+ 3,0	162
18	726,13	— 0,73	+19,34	+ 2,20	+13,1	+25,0	9,09	—0,88	573	—127	270	780	...	...	N. 1	0,01	17,7	+ 2,6	164
19	724,21	— 2,70	+20,42	+ 3,19	+14,8	+28,7	10,65	+0,64	626	— 73	270	770	...	...	N. 1	0,50	17,6	+ 2,4	168
20	726,42	— 0,53	+16,67	— 0,65	+14,0	+23,0	11,53	+1,48	828	+130	610	890	15,0	13	variable	0,91	16,8	+ 1,5	170
21	729,45	+ 2,45	+16,78	— 0,63	+14,6	+20,4	10,26	+0,17	738	+ 41	500	880	...	...	N. 1	0,47	16,3	+ 0,9	171
22	729,17	+ 2,13	+19,68	+ 2,18	+11,3	+26,9	10,65	+0,52	654	— 42	310	900	...	...	variable	0,18	17,7	+ 2,2	172
23	728,14	+ 1,05	+19,60	+ 2,02	+15,6	+23,4	12,56	+2,39	748	+ 53	550	830	...	...	NNO. 1	0,50	—	—	174
24	725,88	— 1,25	+21,45	+ 3,79	+15,2	+27,4	11,80	+1,59	641	— 53	370	820	..	..	SSO. 1	0,51	18,5	+ 2,8	176
25	724,13	— 3,05	+22,02	+ 4,28	+16,4	+27,9	11,81	+1,56	632	— 61	370	840	...	...	S. 1	0,78	18,9	+ 3,1	178
26	728,86	+ 1,64	+14,58	— 3,24	+13,5	+24,7	9,99	—0,29	826	+134	590	990	8,0	7	variable	0,91	17,9	+ 2,0	180
27	731,06	+ 3,79	+16,94	— 0,96	+11,2	+22,4	7,81	—2,50	571	—120	360	860	...	...	variable	0,38	16,4	+ 0,4	183
28	728,63	+ 1,32	+19,77	+ 1,80	+10,2	+26,9	12,11	+1,77	669	— 21	430	740	...	...	SO. 1	0,09	16,6	+ 0,5	188
29	726,00	— 1,35	+22,18	+ 4,14	+14,8	+28,9	10,55	+0,18	568	—121	250	980	...	..	variable	0,54	17,9	+ 1,7	189
30	725,07	— 2,32	+19,89	+ 1,78	+14,8	+24,7	11,21	+0,81	659	— 29	460	780	...	...	N. 1	0,43	—	—	190

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,51	725,70	725,69	725,37	725,29	725,25	725,28	725,58	725,87
2e »	728,01	728,16	728,00	727,68	727,19	727,08	727,16	727,45	727,90
3e »	728,09	728,28	728,13	727,68	727,31	726,92	726,86	727,31	727,70
Mois	727,20	727,38	727,27	726,91	726,60	726,42	726,43	726,78	727,16
Température.									
	°	°	°	°	°	°	°	°	°
1re décade	+10,53	+11,95	+13,85	+14,84	+14,40	+13,70	+13,06	+12,04	+11,31
2e »	+14,42	+16,86	+19,10	+21,02	+22,22	+21,43	+19,88	+18,55	+16,93
3e »	+15,55	+18,06	+19,82	+22,48	+23,57	+23,55	+23,02	+20,32	+18,33
Mois	+13,50	+15,62	+17,60	+19,45	+20,06	+19,56	+18,66	+16,98	+15,53
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	8,61	8,48	8,35	8,43	8,39	8,47	8,58	8,78	8,78
2e »	10,10	10,12	9,93	9,52	9,21	9,40	10,67	10,65	11,36
3e »	10,95	11,61	11,06	10,36	9,47	10,27	11,40	11,83	11,30
Mois	9,89	10,07	9,78	9,44	9,02	9,38	10,22	10,42	10,48
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	905	823	729	693	698	726	778	840	881
2e »	823	702	595	509	472	518	618	668	788
3e »	819	750	646	522	455	484	543	665	72[illegible]
Mois	849	758	657	575	542	576	646	724	797

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre
	°	°		°	mm	cm
1re décade	+ 9,22	+16,14	0,83	12,22	52,1	147,9
2e »	+12,68	+23,63	0,38	14,69	20,6	161,0
3e »	+13,76	+25,36	0,48	17,52	8,0	180,1
Mois	+11,89	+21,71	0,56	14,73	80,7	163,0

Dans ce mois, l'air a été calme 4,44 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,97 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 63°,5 O., et son intensité est égale à 19,24 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUIN 1872.

Le 1er, brouillard tout le jour, neige le soir.
2, brouillard depuis midi.
3, brouillard tout le jour, neige.
4, id. id.
5, brouillard tout le jour.
6, brouillard jusqu'à 6 h. soir, clair depuis.
7, clair le matin, brouillard depuis 11 h.
9, brouillard tout le jour; à 5 h. soir, éclairs, tonnerres et pluie.
10, brouillard tout le jour.
11, brouillard presque tout le jour.
12, brouillard tout le jour; par moments quelques flocons de neige et un peu de pluie, en quantité non mesurable.
14, brouillard depuis 2 h. après midi.
16, brouillard depuis 4 h. après midi.
17, brouillard le matin de bonne heure, puis clair.
20, brouillard tout le jour.
21, brouillard jusqu'au soir.
25, à 6 $^1/_2$ h. soir, orage avec éclairs et tonnerres pendant un quart d'heure.
26, dans la nuit du 25 au 26, à 2 $^1/_2$ h. matin, orage avec éclairs, tonnerres et grêle; brouillard tout le jour.
27, brouillard le matin et le soir.
30, brouillard tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 2 à 10 h. matin	564,40	Le 1 à 8 h. matin	562,82
8 à 4 h. après m.	566,46	3 à 4 h. après m.	559,91
15 à 10 h. soir	574,17	10 à 8 h. matin	561,36
22 à 10 h. soir	570,90	19 à 6 h. matin	565,19
28 à 2 et 4 h. après m....	569,94	26 à 10 h. matin	567,09
		30 à midi	566,54

SAINT-BERNARD. — JUIN 1872.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.			
1	563,06	— 2,62	562,82	563,53	— 1,62	— 4,29	— 3,2	+ 1,0	..45.	.6,5.	....	NE. 1	1,00
2	563,77	— 2,00	563,14	564,40	+ 2,05	— 0,74	— 1,0	+ 8,0	.....	.....	....	NE. 1	0,82
3	560,20	— 5,66	559,91	560,87	— 0,21	— 3,11	— 2,6	+ 4,4	..40.	19,7.	....	NE. 1	1,00
4	562,31	— 3,63	560,94	562,85	— 2,12	— 5,13	— 3,5	+ 0,3	..20.	.3,3.	....	NE. 2	1,00
5	562,10	— 3,92	560,94	563,54	— 4,48	— 7,60	— 5,2	— 2,8	.....	.....	....	NE. 3	1,00
6	564,81	— 1,30	563,74	565,54	+ 1,57	— 1,66	— 1,4	+ 5,0	.....	.....	....	NE. 1	0,77
7	565,56	— 0,63	565,26	566 06	+ 4,39	+ 1,05	+ 1,7	+10,0	.....	... .	....	SO. 1	0,70
8	566,23	— 0,04	565.77	566,46	+ 5,11	+ 1,66	+ 1,2	+10,0	.....	.....	....	SO. 1	0,26
9	563,54	— 2,81	562,68	564,47	+ 2,59	— 0,96	+ 0,8	+ 5,8	.....	26,2.	....	SO. 1	0,87
10	561,70	— 4,73	561.36	562,45	+ 0,50	— 3,15	— 0,6	+ 3,7	.....	.....	....	NE. 1	1,00
11	563,90	— 2,61	563,24	564,40	+ 0,51	— 3,24	— 1,4	+ 4,3	.....	.....	....	NE. 1	0,88
12	564,22	— 2,37	564,07	565,52	+ 1,42	— 2,43	+ 0,6	+ 3,6	.....	.....	....	NE. 1	0,94
13	564,96	— 1,71	564,19	565,89	+ 4,86	+ 0,91	— 0,9	+ 9,4	.....	.....	....	NE. 1	0,09
14	568,41	+ 1,66	566,42	570,01	+ 6,42	+ 2,38	+ 3,6	+11,0	.....	.....	....	calme	0,62
15	572,60	+ 5,78	570,95	574,17	+ 8,10	+ 3,97	+ 3,0	+13,5	.....	.....	....	NE. 1	0,38
16	573,50	+ 6,60	573,21	573,75	+ 7,63	+ 3,41	+ 5,0	+11,4	.....	.....	....	NE. 1	0,57
17	570,46	+ 3,49	569,80	571,36	+ 7,11	+ 2,80	+ 4,6	+10,4	.....	.....	....	NE. 1	0,32
18	567,91	+ 0,87	567,47	568.41	+ 7,88	+ 3,48	+ 4,8	+12,8	.....	.....	....	NE. 1	0,23
19	566,37	— 0,74	565,19	567,16	+ 7,99	+ 3,50	+ 4,1	+12,9	.....	.....	....	NE. 1	0,39
20	566,46	— 0,72	566,24	566,98	+ 4.25	— 0,33	+ 1,4	+10,8	.....	7,9.	....	NE. 1	0,91
21	568,48	+ 1,23	567,04	569,49	+ 3,19	— 1,47	+ 1,5	+ 6,4	... .	.....	....	NE. 1	0,84
22	570.54	+ 3,22	569,96	570,90	+ 8,11	+ 3,37	+ 4,0	+12,4	.....	.....	....	NE. 1	0,11
23	570,12	+ 2,73	569,75	570,31	+ 8,87	+ 4,05	+ 5,8	+12,3	.....	.....	....	NE. 1	0,44
24	568,63	+ 1,18	568.29	569,14	+ 9,42	+ 4,52	+ 7,3	+12,7	.....	.....	....	NE. 1	0,51
25	567,95	+ 0,44	567,71	568,24	+ 8,91	+ 3,93	+ 7,1	+12,2	.....	.5,4.	....	SO. 1	0,86
26	567,75	+ 0,18	567,09	568,37	+ 2,52	— 2,53	+ 0,8	+ 5,5	.....	12,4.	....	NE. 1	0,96
27	568,91	+ 1,28	568,34	569,31	+ 1,88	— 3,24	— 1,8	+ 5,1	.....	.....	....	NE. 1	0,84
28	569,48	+ 1,79	568,54	569,94	+ 8,18	+ 2,99	+ 4,2	+11,6	.....	.....	....	NE. 1	0,21
29	568,55	+ 0,80	568,20	568,85	+ 9,01	+ 3,75	+ 5,4	+13,4	.....	.....	....	NE. 1	0,10
30	566,73	— 1,08	566,54	567,20	+ 5,21	— 0,12	+ 4,7	+ 8,8	.....	.4,2.	....	NE. 1	0,90

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE JUIN 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	562,97	563,18	563,37	563,45	563,37	563,38	563,39	563,53	563,68
2e «	567,39	567,54	567,69	567,97	567,99	568,03	568,07	568,22	568,36
3e «	568 51	568,46	568,69	568,77	568,81	568,88	568,78	568,89	568,99
Mois	566,29	566,40	566,58	566,73	566,73	566,76	566,75	566,88	567,01
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 0,67	+ 1,63	+ 2,22	+ 3,63	+ 3,46	+ 2,57	+ 1,03	— 0,12	— 0,36
2e «	+ 2,79	+ 5,01	+ 7,08	+ 9,15	+ 9,78	+ 8,24	+ 6,30	+ 4,37	+ 4,23
3e «	+ 4,35	+ 6,03	+ 7,91	+ 9,06	+ 9,48	+ 8,68	+ 7,69	+ 6,34	+ 5,63
Mois	+ 2,16	+ 4,22	+ 5,74	+ 7,28	+ 7,57	+ 6,50	+ 5,01	+ 3,53	+ 3,17

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 1,38	+ 4,54	0,84	55,7	105
2e «	+ 2,48	+10,01	0,53	7,9	—
3e «	+ 3,90	+10,04	0,58	22,0	—
Mois	+ 1,67	+ 8,20	0,65	85,6	105

Dans ce mois, l'air a été calme 22,96 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 8,92 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45° E., et son intensité est égale à 70,37 sur 100.

* Voir la note du tableau.

SUR LE

PASSAGE DE L'ÉLECTRICITÉ

A TRAVERS LES GAZ

PAR

MM. G. WIEDEMANN ET R. RUHLMANN

(Extrait[1].)

Introduction.

Nous tenons à donner à nos lecteurs une analyse détaillée de cet intéressant mémoire qui, à l'exposé de méthodes d'expérimentation fort ingénieuses et très-précises, joint un grand nombre d'observations nouvelles, propres à éclaircir un peu cette question, si obscure encore, de la décharge électrique à travers les gaz raréfiés.

Lorsqu'il existe entre deux corps voisins, séparés par un milieu quelconque une différence électrique, l'équilibre peut se rétablir entre eux de deux manières différentes, savoir, par un courant continu ou par une décharge discontinue. Le premier cas se produit lorsque le milieu interposé est un corps conducteur, le second lorsque ce milieu est un corps isolant.

L'étincelle électrique dans l'air, à la pression ordinaire aussi bien que les houppes ou aigrettes qui se produisent

[1] G. WIEDEMANN und R. RUHLMANN, Ueber den Durchgang der Electricität durch Gase. (*Berichte der kön. sächs. Gesellschaft der Wissensch.*, 20 octobre 1871 ; *Poggend. Annalen*, vol. CXLV, p. 235-259, 364-399.

sur les conducteurs d'une machine électrique, résultent de décharges discontinues, presque instantanées, et donnent au miroir tournant des images nettes et bien tranchées comme Faraday et Wheatstone l'ont observé.

Pour ce qui est des gaz raréfiés, on les a souvent considérés comme des conducteurs imparfaits, transmettant la décharge électrique d'une manière continue, devenant incandescents et lumineux par le passage du courant comme des conducteurs métalliques. Partant de là, on a tenté de mesurer la résistance électrique des différents gaz raréfiés, de la même manière que celle des conducteurs métalliques. Cependant M. Wiedemann avait reconnu déjà que les quantités de chaleur dégagées par le courant d'une bobine d'induction dans un tube de Geissler étroit, destiné à l'analyse spectrale, sont beaucoup plutôt proportionnelles aux intensités des courants qu'aux carrés de ces intensités, comme l'exigerait la loi établie par Joule pour la décharge continue dans des conducteurs métalliques. De plus, l'examen fait au miroir tournant de la décharge électrique produite dans un tube de Geissler démontre avec une entière évidence que cette décharge est discontinue; en effet, même lorsqu'on remplace la décharge alternante d'une bobine par la décharge, constante dans sa direction, d'une machine électrique, le miroir tournant donne jusqu'aux plus basses pressions ($^1/_4{}^{mm}$) des images nettement tranchées du tube lumineux; ce qui démontre que le tube est traversé par une série de décharges presque instantanées se succédant à des intervalles plus ou moins longs. Avec des tubes de verre le phénomène de la décharge est compliqué par la présence de l'électricité accumulée sur ses parois isolantes. Pour écarter cette cause d'incertitude,

les auteurs ont opéré avec un grand ballon en métal. Ils se sont appliqués avant tout à mesurer les quantités d'électricité nécessaires pour produire dans différentes circonstances une décharge à travers un gaz raréfié.

Description de l'appareil.

L'appareil employé à ces recherches est représenté en diagramme dans la planche III, figure 2; il se composait :

1) Du ballon en métal, dans lequel s'accomplissaient les décharges (I),

2) d'une pompe pneumatique à mercure de Jolly (II),

3) d'un système de tubes et d'appareils de dessication (III), reliant le ballon à un réservoir de gaz,

4) d'une machine électrique de Holtz (IV),

5) d'un appareil de rotation destiné à la faire tourner (V),

6) d'un métronome (VI) servant à compter le nombre des tours de la machine,

7) d'un appareil héliométrique (VII), à l'aide duquel on mesurait les intervalles des décharges isolées, réfléchies par

8) un miroir tournant (VIII),

9) d'un galvanomètre (IX) mesurant la quantité d'électricité qui traversait le ballon dans l'unité de temps.

La figure 1 représente l'appareil, dans lequel s'accomplissaient les décharges électriques, avec l'héliomètre et le miroir tournant. Cet appareil consistait en un cylindre creux de laiton terminé aux deux bouts par deux demi-sphères du même métal qui donnaient passage aux électrodes. Celles-ci étaient formées chacune d'une tige d'acier enve-

loppée dans un tube de verre et portant à son extrémité une boule de différents métaux. Dans chaque cas la longueur de l'intervalle compris entre les faces antérieures de ces deux boules était mesuré avec soin à l'aide d'un cathétomètre. Le cylindre A présentait deux petites fenêtres B de 5 cm. de long et 2 cm. de large, placées aux deux extrémités d'un même diamètre et fermées par de petites plaques de verre, à travers lesquelles on pouvait observer les boules et les décharges qui s'accomplissaient entre elles. La tubulure C était reliée par un tube en caoutchouc vulcanisé très-épais à une pompe de Jolly munie d'un grand manomètre, sur lequel on lisait avec un cathétomètre les dixièmes de millimètre, et communiquait par le tube D avec un appareil à dessication, composé de tubes de verre pleins d'acide phosphorique et de chlorure de calcium, ainsi que de vase de Wulf contenant de l'acide sulfurique concentré.

La source d'électricité était une machine de Holtz, ancien modèle, avec deux armatures, celles-ci présentant des peignes en laiton au lieu des languettes en papier. Le plateau tournant de cette machine avait 36 cm. de diamètre, il était maintenu à 1^{mm} du plateau fixe et mis en mouvement à l'aide d'une grande roue en bois (V), munie d'une manivelle ; cette roue portait un petit ressort d'acier, qui, à chaque tour, venait frapper une planchette en bois, disposition qui servait à mettre le mouvement de la roue d'accord avec celui du métronome placé à côté ; 1 tour de la roue faisait 5,456 tours du plateau mobile.

L'intensité des décharges était mesurée au moyen d'un galvanomètre à lunette et à miroir, d'un modèle imaginé

par M. Wiedemann [1]. Les déviations du galvanomètre étaient les mêmes que le ballon fût ou non dans le circuit de la machine; il fut constaté de plus que les quantités d'électricité fournies par la machine, toutes circonstances égales, demeuraient très-sensiblement constantes dans le cours des expériences.

Les quantités d'électricité transmises étant connues, il fallait mesurer les intervalles qui séparaient dans différentes circonstances les décharges successives dans lesquelles elles se neutralisaient. Or, cette mesure ne pouvait guère se faire directement au miroir tournant, parce que les décharges ne reparaissaient pas périodiquement dans la même position du miroir, mais oscillaient autour d'une position moyenne; les étincelles ne se succédaient pas à des intervalles tout à fait égaux, de sorte que les images spéculaires n'apparaissaient pas à des distances parfaitement égales et cela tenait probablement à ce que la distance relative des deux plateaux de la machine se modifiait périodiquement par la rotation. Pour parer à cet inconvénient, les auteurs imaginèrent de fixer le miroir à l'axe de rotation de la machine de Holtz prolongé et amené à être parallèle à la ligne qui joignait les deux électrodes, de telle sorte qu'en visant depuis une certaine distance sur le miroir, on voyait toujours les décharges correspondant à une portion très-petite et toujours la même du plateau tournant, décharges dont la distance demeurait la même.

Pour ce qui est maintenant du procédé employé par MM. Wiedemann et Rühlmann, pour apprécier exactement l'intervalle séparant deux décharges succesives, il consis-

[1] *Poggend. Annalen*, tome CXXXIX, p. 504.

tait en deux mots en ceci : observer la décharge dans un instrument dont le champ fut partagé en deux et déplacer une des deux moitiés de ce champ juste d'une quantité égale à l'intervalle de deux images, de façon à amener une des moitiés d'une des décharges vues par réflexion à se trouver exactement dans le prolongement de l'autre moitié de la décharge précédente ; cela après avoir mesuré une fois pour toutes à quel déplacement angulaire du miroir, et par conséquent de la machine, correspond un déplacement égal à l'unité dans la portion mobile de cet appareil héliométrique. Celui-ci consistait en une lunette dont l'objectif était une lentille, partagée en deux parties égales par une fente verticale. L'une de ces moitiés était fixée invariablement dans un cadre portant la lunette elle-même, l'autre était mobile et se déplaçait verticalement le long de la portion fixe à l'aide d'une vis. Ce déplacement pouvait être mesuré à l'aide d'un vernier à $0{,}05^{mm}$ près. Le ballon était tourné de telle sorte que les images des lignes horizontales passant par le milieu des petites fenêtres et la ligne joignant les électrodes coïncidassent exactement dans l'héliomètre avec l'axe de rotation de la machine électrique et le milieu du miroir. L'axe de l'héliomètre était perpendiculaire à celui de la machine et dans le même plan horizontal que lui. La position de la demi-lentille mobile, pour laquelle l'héliomètre donnait une image unique, était observée une fois pour toutes à l'échelle. Le demi-objectif étant fixé dans cette position et, de plus, la machine électrique étant en mouvement ainsi que le miroir, on voyait une série de traits lumineux horizontaux ; pour évaluer les intervalles qui les séparaient, on déterminait la quantité dont il fallait déplacer la lentille mobile, dans un sens ou dans l'autre, pour que la moitié de

l'un quelconque des traits lumineux vus par cette lentille vint exactement dans le prolongement de la moitié de la décharge précédente ou de la décharge suivante, vue dans l'autre demi-lentille.

Pour pouvoir, de cette mesure à l'échelle de l'héliomètre, déduire les intervalles qui séparent deux décharges, il fallait déterminer à quel déplacement angulaire du miroir correspondait une division de cette échelle. Voici comment les auteurs s'y sont pris pour faire cette détermination. Un second miroir pouvant se fixer dans telle position qu'on voulait, fut adapté au prolongement de l'axe de la machine, au-dessous de ce miroir et à 255^{mm} était une échelle graduée en millimètres, horizontale, disposée dans un plan perpendiculaire à l'axe de rotation, et que l'on observait par réflexion dans le miroir avec une lunette placée à $1\,{}^1/_2{}^m$ de distance à peu près. L'objectif de l'héliomètre fut réglé de façon à donner une image simple, son oculaire fut enlevé et remplacé par un verre dépoli, sur lequel étaient tracés deux traits horizontaux. Le plateau de la machine et avec lui le premier miroir, miroir fixe, fut amené dans une position telle que l'image d'une des électrodes éclairée par derrière arrivât à être exactement tangente à un de ces deux traits marqués sur le verre dépoli. Le second miroir, miroir mobile, fut alors fixé à l'axe, de façon à ce que l'image du zéro de l'échelle millimétrique, placé droit au-dessous de l'axe, vînt à coïncider exactement avec le fil horizontal du réticule de la petite lunette. Tout étant ainsi disposé, on fit tourner l'axe de la machine de manière à amener la même électrode à être tangeante au second trait du verre dépoli, et on lut le trait de la petite division millimétrique *s*, qui coïncidait cette fois avec le fil horizontal de la petite lunette. Or, appe-

lant α la distance du petit miroir à l'échelle millimétrique, φ l'angle dont a tourné le plateau de la machine, on avait

$$\operatorname{tg} 2\varphi = \frac{s}{\alpha}.$$

Enfin on mesura le déplacement à donner à la lentille mobile de l'héliomètre, pour arriver à voir deux images de cette même électrode, dont l'une fût tangente au trait supérieur du verre dépoli, l'autre au trait inférieur. Ce déplacement étant β^{mm}, deux décharges dont la distance est mesurée à l'héliomètre par 1^{mm} sont séparées par un intervalle de temps, dans lequel le plateau de la machine électrique a parcouru un angle égal à $\frac{\varphi}{\beta}$; le nombre des tours du plateau de la machine électrique étant connu, et il était en général de 546 dans la minute, on obtient facilement le temps correspondant à un déplacement angulaire $\frac{\varphi}{\beta}$, c'est-à-dire le temps qui sépare deux décharges successives.

Maintenant E étant la quantité d'électricité fournie par la machine de Holtz dans l'unité de temps et que l'on mesure au moyen du galvanomètre introduit dans le circuit, t_n l'intervalle entre deux décharges consécutives, la quantité d'électricité qui s'écoule à chaque décharge est $m = E\, t_n$.

L'appareil étant gradué une fois pour toutes comme nous venons de le voir, la série des opérations pour chaque expérience était la suivante : 1° l'héliomètre était ajusté de façon à ce que dans la position voulue du miroir on vît nettement l'image des électrodes; 2° le ballon était rempli du gaz qu'il s'agissait d'étudier et que l'on ame-

nait à la pression convenable; 3° cette pression était déterminée exactement avec le cathétomètre; 4° le ballon était relié à la machine électrique animée de la vitesse de rotation voulue, et l'intervalle des décharges lu à l'héliomètre; 5° la vitesse de rotation de la machine étant maintenue bien constante, on mesurait au galvanomètre l'intensité du courant; 6° enfin on vérifiait de nouveau la pression.

Les auteurs étudièrent de la sorte :

1) L'influence de l'intensité de la source d'électricité sur les décharges ;

2) L'influence de la pression du gaz, de sa nature, de la substance qui forme les électrodes ;

3) L'influence de la grandeur des électrodes, de leur écartement et du fait qu'elles soient ou non reliées à la terre.

Influence de la quantité d'électricité sur l'intervalle de temps qui sépare les décharges.

Dans plusieurs séries d'expériences, on mesura les intervalles auxquels se succédaient les décharges suivant qu'on faisait tourner la machine plus ou moins vite, l'appareil de rotation faisant par exemple 60 à 100 tours dans la minute, et on trouva que, toutes circonstances égales d'ailleurs, l'intervalle β mesuré à l'échelle de l'héliomètre demeurait parfaitement constant. Cela prouve *que la quantité d'électricité produite par un déplacement angulaire constant, φ, du plateau de la machine est indépendante de la vitesse de rotation.*

Lorsque les autres circonstances, par exemple le degré d'humidité de l'air ou la distance des deux plateaux de la machine varient, l'intensité du courant mesurée au

galvanomètre varie aussi, la vitesse de rotation demeurant la même, et l'on observe alors que les intervalles qui séparent les décharges sont inversément proportionnels aux quantités d'électricité mesurées au galvanomètre, ainsi *les quantités d'électricité qui traversent à chaque décharge entre les électrodes sont toujours les mêmes, toutes circonstances égales.*

Étant connue la distance des décharges pour une intensité donnée du courant, on pourra en déduire la distance des décharges pour une autre intensité quelconque.

Influence de la pression, de la nature des gaz et de la matière constituant les électrodes.

L'influence de la pression d'un gaz sur l'apparence des décharges électriques qui le traversent, est bien connue. La pression diminuant, le jet positif s'étale, l'espace obscur augmente et l'auréole négative s'épanouit de plus en plus jusqu'à envelopper entièrement l'électrode. Aux hautes pressions, le jet entraîne avec lui des particules métalliques arrachées aux électrodes, ce qui n'a pas lieu aux basses pressions. Avec l'azote et l'air, chez lesquels la lumière bleue négative se différencie très-nettement de la lumière rouge positive, on obtient par l'analyse prismatique du jet positif le spectre ordinaire de l'azote au complet, tandis que l'auréole négative ne donne que trois raies appartenant au premier spectre, sans en être les plus brillantes. Cela prouve une fois de plus que le gaz prend une température différente à l'électrode négative que dans le jet positif, car on sait que dans un même spectre certaines raies s'effacent plus vite par suite de la diminution de la température que d'autres.

Observant au miroir tournant, on constate que les in-

tervalles qui séparent les décharges successives diminuent à mesure que la pression décroît. Aux pressions les plus basses, auxquelles on ait opéré, savoir à $^{1}/_{2}{}^{mm}$ ou $^{1}/_{4}{}^{mm}$, on obtenait encore des décharges discontinues, nettement tranchées; c'étaient des traits lumineux de même largeur que le jet lui-même, l'auréole négative seule était un peu élargie par le miroir tournant aux très-basses pressions, pas assez cependant pour que les images successives de cette auréole cessassent d'être séparées par un espace obscur. La décharge négative dure donc un peu plus longtemps que la décharge positive. On voit de plus par ce qui précède qu'*il ne se produit point à travers les gaz raréfiés de décharge électrique continue et que celle-ci exige pour se produire dans ces milieux une tension déterminée.*

a) *Influence de la pression du gaz.* Les auteurs ont fait sur ce point huit séries différentes d'expériences, exécutées toutes avec de l'air sec, dépouillé d'acide carbonique, en faisant varier les dimensions et la distance des électrodes. Nous ne pouvons reproduire ici les tableaux dans lesquels sont contenus les résultats de ces expériences ; nous renvoyons pour ces tableaux au mémoire original; nous ne reproduisons pas non plus la planche représentant les courbes tracées par MM. Wiedemann et Rühlmann, en prenant pour abscisses les pressions et pour ordonnées les intervalles des décharges. L'observation de ces courbes montre qu'*avec une même affluence d'électricité aux électrodes la distance des décharges successives et, par conséquent, la quantité d'électricité nécessaire à la production d'une décharge augmente à mesure que la pression croît. Cette augmentation est d'abord rapide aux basses pressions, moins rapide ensuite pour ar-*

river aux pressions plus élevées à être à peu près proportionnelle à l'accroissement de la pression.

b) *Influence de la nature du gaz.* La décharge électrique fut étudiée au point de vue de sa discontinuité et des intervalles de temps qui séparent les étincelles successives dans six gaz différents, chimiquement purs, l'air atmosphérique, l'oxygène, l'azote, l'hydrogène, l'acide carbonique et l'acide sulfureux. Les électrodes étaient deux boules de platine sensiblement égales ($3,45^{mm}$ et $3,40^{mm}$ de diamètre) distantes de $9,2^{mm}$. Tantôt elles étaient isolées toutes deux, tantôt l'une ou l'autre était reliée au sol. Ces six gaz donnèrent des résultats analogues et ne différèrent que pour la grandeur des écarts y mesurés à l'héliomètre, et la grandeur des constantes de la formule d'interpolation exprimant y en fonction de la pression p [1]. Pour une intensité constante du courant, la distance des décharges est à peu près la même à pression égale pour l'air, l'oxygène, l'azote et l'acide carbonique; elle est beaucoup plus petite dans l'hydrogène, plus grande au contraire dans l'acide sulfureux.

c) *Influence de la nature des électrodes.* Les mêmes expériences furent répétées avec les six gaz différents et en faisant varier la nature des électrodes. On employa successivement deux électrodes en zinc dans de l'azote et dans de l'oxygène; une électrode en platine et l'autre en zinc dans de l'air, puis dans de l'hydrogène. Il résulta de ces expériences et d'autres analogues, que tant que les décharges sont transmises uniquement par le gaz raréfié, la substance composant les électrodes n'influe pas sur

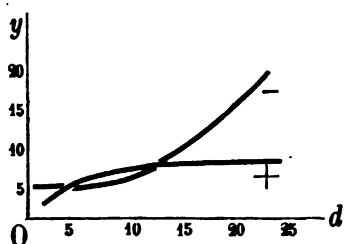
[1] La formule reconnue par M. Rühlmann pour donner avec la plus grande approximation les intervalles y en fonction de la pression est :

$$y = A + Bp - Cp^{-2}.$$

l'intervalle de ces décharges. Ainsi donc : *la quantité d'électricité dont doivent être chargées les électrodes pour la production d'une étincelle à travers le gaz raréfié seulement est indépendante de la nature du métal des électrodes.*

Influence de la grandeur, de la distance et de l'isolement des électrodes.

Pour étudier l'action qu'exercent des électrodes de grandeurs différentes, on disposa dans l'appareil deux boules de laiton de 13,8^{mm} et 2,65^{mm} de diamètre, dont on faisait varier la distance, l'intensité du courant demeurant constante. Les résultats obtenus ont été représentés graphiquement par des courbes ayant pour abscisses les distances des électrodes d, et pour ordonnées les intervalles y des décharges. La forme de ces courbes est complétement différente (voir figure ci-contre) suivant que la grande boule est négative (courbe —), ou positive (courbe +). Dans le premier cas l'équation empirique de la courbe est de la forme $y = C + B\,d^2$, dans le second elle est de la forme $y = A - \frac{B}{d}$. On voit que, *quand la distance des électrodes a atteint une certaine grandeur, il faut pour produire une étincelle avec une même distance une plus grande quantité d'électricité, la grande boule étant négative que lorsqu'elle est positive.* De plus, lorsque la grande boule est positive, la quantité d'électricité nécessaire à une décharge atteint promptement au maximum, tandis



qu'elle croît très-rapidement dans le cas inverse à mesure que la distance des électrodes augmente.

En reliant l'une ou l'autre des électrodes avec le sol, on observe ce qui suit : *l'électrode positive communiquant avec le sol, les intervalles des décharges, c'est-à-dire les quantités d'électricité nécessaires à la production d'une étincelle, sont plus grandes que lorsque les électrodes sont toutes deux isolées ; mais ces intervalles sont beaucoup plus grands encore lorsque c'est l'électrode négative qui communique avec le sol.*

Transport de particules métalliques par la décharge.

Lorsque la densité, à laquelle l'électricité doit atteindre à la surface d'une électrode pour la production d'une étincelle est très-grande, il y a à côté de la décharge produite par le gaz seul, entraînement de particules métalliques incandescentes; la pression augmentant graduellement on les voit apparaître d'abord à l'électrode positive et elles finissent par envahir tout le jet. On constate facilement leur présence à l'aide du spectroscope. L'influence que la tension électrique plus ou moins grande à la surface des électrodes exerce sur l'entraînement des particules se reconnaît facilement en faisant communiquer l'une ou l'autre des électrodes avec le sol. Avec une distance des électrodes de 17^{mm} et avec de l'air à 200^{mm} de pression, on n'obtenait que très-peu de décharges avec entraînement métallique. En reliant l'électrode positive avec le sol, on y diminue la densité électrique et l'entraînement métallique y disparaît complétement ; il ne se manifeste que faiblement à l'électrode négative où la densité est au contraire augmentée. L'électrode négative communiquant avec le sol, la densité en est augmentée à

l'électrode positive et les décharges avec transport métallique sont augmentées au point qu'il se produit entre les électrodes une brillante étincelle.

Soupape électrique. — Rotation électromagnétique de la décharge à travers l'air raréfié.

Les expériences citées ci-dessus se relient tout naturellement aux observations faites par d'autres auteurs sur la soupape électrique. Un courant électrique de courte durée ne pourra traverser un gaz raréfié que lorsque les densités électriques aux extrémités des électrodes auront atteint une valeur déterminée. On sait que si une des électrodes est notablement plus grande que l'autre, le passage d'une décharge de la plus petite boule positive à la plus grande négative exige une plus grande tension que le passage de la plus petite boule négative à la plus grande positive. Dans le cas d'une série de décharges alternantes avec une tension intermédiaire entre ces deux valeurs, les décharges pour lesquelles la petite électrode est négative pourront seules passer. Pour les courants alternants d'une bobine d'induction, la question se complique du fait que les courants de rupture atteignent plus vite leur maximum que les courants de fermeture et de ce que l'intensité de ces courants n'est pas indépendante de la résistance du circuit. Si la petite électrode est positive pour le courant d'ouverture, le passage de la décharge exige une charge telle que le courant d'ouverture seul peut la fournir. Si la petite électrode est négative pour le courant d'ouverture, celui-ci sera encore seul capable aux pressions élevées de produire la tension nécessaire pour une décharge, parce qu'il atteint son entier développement pendant que se chargent les électrodes ;

mais si la pression diminue il n'y a plus besoin d'aussi fortes tensions, il peut se faire alors qu'après le passage du courant d'ouverture, le courant de fermeture produise une tension suffisante pour que le courant traverse aussi de la grande boule positive à la plus petite négative. En ce moment, la déviation de l'aiguille du galvanomètre peut arriver à être nulle sous l'influence de ces deux courants alternatifs. La pression diminuant encore les tensions nécessaires à la production des décharges sont encore plus faibles ; la plus grande durée du courant de fermeture peut avoir pour résultat qu'il passe une plus grande quantité d'électricité par ce courant de la grande à la petite électrode que par le courant de sens opposé et alors l'aiguille du galvanomètre dévie dans l'autre sens.

On peut également expliquer à l'aide des expériences rapportées plus haut pourquoi la décharge électrique se produisant entre une boule et un anneau qui lui est concentrique, tourne avec une vitesse différente sous l'action d'un électro-aimant suivant que la boule forme le pôle positif ou le pôle négatif [1].

« Lorsque l'aimant vient à agir sur la décharge, la direction oblique qu'elle prend sous cette action dépend du rapport existant entre la vitesse avec laquelle l'air est entraîné d'une électrode à l'autre, et celle avec laquelle il se déplace dans le sens transversal sous l'impulsion de l'aimant. Puis donc que ces deux vitesses sont proportionnelles à la quantité d'électricité transmise dans l'unité de temps, la déviation de la décharge sera la même qu'elle soit forte ou faible. Lorsqu'une série de déchar-

[1] Voyez *Archives*, 1867; *Annales de physique et de chimie*, 4me série, tome X, p. 165.

ges se suivent à de petits intervalles, chacune d'elles trouve une couche d'air plus chaude, qui vient de transmettre la précédente, mais qui depuis s'est plus ou moins déplacée par suite de l'impulsion qu'elle avait reçue de l'aimant ; la vitesse de rotation du jet doit être d'autant plus grande qu'il se produit un plus grand nombre de décharges dans l'unité de temps. Puis donc qu'avec une distance suffisamment grande des électrodes les décharges se succèdent plus rapidement lorsque l'électrode positive est la plus grande, le mouvement de rotation doit être plus rapide lorsque l'anneau sert d'électrode positive que dans le cas inverse, comme M. de la Rive l'a observé. »

Force qui est nécessaire aux deux électrodes pour que la décharge s'établisse.

Partant des données expérimentales acquises jusqu'ici sur la transmission de l'électricité par les gaz, les auteurs se sont efforcés de ramener ces faits divers et épars à certaines conceptions mécaniques simples.

Lorsque les électricités de noms contraires affluent également des deux pôles d'une machine électrique aux électrodes, elles s'accumulent sur leurs surfaces suivant les lois connues de l'électrostatique. Avant qu'il y ait décharge à travers le gaz raréfié il faut que la tension à chacune des électrodes atteigne une valeur déterminée ; il s'agit de rechercher quelle doit être cette tension dans les différents cas examinés ci-dessus.

Les électrodes étant deux boules de même grandeur ou

[1] Voir les expériences de M. Fernet, *Comptes rendus*, 1864, t. LIX, p. 1005 ; *Poggend. Annalen*, t. CXXIV, p. 351.

de grandeurs inégales, le potentiel des électricités de noms contraires qui s'accumulent sur leurs surfaces, atteindra son maximum au point de chaque boule qui se trouve exactement opposé à l'autre sur la ligne des centres. Suivant qu'il faudra un même potentiel pour que la décharge s'établisse aux deux électrodes ou qu'il faudra un potentiel plus fort à un des pôles qu'à l'autre, la décharge commencera aux deux électrodes en même temps, ou bien au pôle qui exige le moindre potentiel d'abord, à l'autre ensuite. Si l'une des deux boules est seule reliée à la machine, tandis que l'autre communique avec le sol, cette dernière ne sera électrisée que par influence, et le potentiel y sera plus faible que sur celle qui est électrisée directement. Si donc les deux électricités exigent le même potentiel pour l'établissement d'une décharge, la même affluence d'électricité suffira à produire la décharge, soit dans le cas où l'électrode positive sera seule reliée à la machine, l'autre communiquant avec le sol, soit dans le cas inverse. Or l'expérience démontre qu'il n'en est point ainsi, mais que *pour que la décharge s'établisse à l'électrode positive il faut que les électricités atteignent un potentiel plus élevé que pour que la décharge s'établisse à l'électrode négative.* Car lorsqu'on fait communiquer avec le sol l'électrode positive, il faut une plus grande affluence d'électricité pour produire l'étincelle que lorsque les deux électrodes sont isolées et reliées à la machine, mais il en faut une beaucoup plus grande encore lorsque c'est l'électrode négative qui communique avec le sol.

Le même résultat ressort des expériences faites avec des électrodes de grandeurs différentes; car avec la même affluence d'électricité le potentiel atteint une plus grande valeur sur la petite boule que sur la grande. La petite

boule étant négative, le potentiel nécessaire à une décharge y sera beaucoup plus vite atteint qu'à la grande boule par l'électricité positive, et il faudra conformément aux expériences une plus grande affluence d'électricité pour produire la décharge dans le cas de la grande boule positive que dans le cas inverse.

Essai d'une théorie sur la décharge électrique à travers les gaz raréfiés.

Se basant sur les faits déjà connus dans le domaine des décharges électriques à travers les gaz raréfiés et principalement sur ceux qu'ils ont observés eux-mêmes, les auteurs émettent ensuite les idées théoriques qui suivent. Sur ce point nous citerons presque textuellement le mémoire original.

« Puisque pour la production d'une étincelle les deux électricités doivent atteindre aux électrodes une tension déterminée, on peut provisoirement se représenter, sans pour cela tirer d'autres conclusions sur la vraie cause de ce phénomène, qu'il y a à la surface des électrodes une certaine résistance au passage, s'opposant à la propagation de l'électricité à travers les particules gazeuses qui entourent les électrodes et exigeant pour être surmontée une force déterminée.

« Il y aura lieu d'entreprendre plus tard des expériences pour se rendre compte de la véritable cause de cette résistance apparente. Si les forces électriques répulsives qui impriment leur impulsion aux électricités répandues à la surface des électrodes, se sont suffisamment accrues pour vaincre la résistance au passage, les masses électriques doivent aussitôt quitter les électrodes avec une vitesse assez considérable. Il pourrait se faire que, dans cet acte,

les électricités se propagent à travers le gaz de molécule à molécule. Il pourrait se faire aussi que les particules gazeuses électrisées dans le voisinage du pôle soient projetées loin de celui-ci, viennent frapper des portions plus éloignées de la masse gazeuse et leur communiquent leur mouvement et leur électricité. Ou bien encore les particules gazeuses projetées des électrodes avec l'électricité qu'elles contiennent pourraient être lancées à de grandes distances à travers le milieu qui les entoure. C'est ce dernier point de vue qui semble être le plus vraisemblable ; il a pour lui la production du courant d'air qui s'échappe d'une pointe électrisée positivement et le fait que les particules métalliques arrachées aux électrodes se répandent toujours plus avant vers l'électrode négative à mesure que la pression, partant la tension électrique, augmente.

« Considérons le cas où une seule électrode est électrisée directement, l'autre étant fort éloignée, très-grande et reliée au sol. Le potentiel des électricités sur l'unité de surface de la boule non électrisée directement est excessivement petit ; le potentiel nécessaire à l'établissement de la décharge se trouve atteint d'abord sur la boule électrisée. Si l'électrode est chargée positivement, il faut pour la production de la décharge un potentiel plus grand que si elle est chargée négativement, *la vitesse avec laquelle l'électricité elle-même ou les particules gazeuses électrisées quittent l'électrode doit donc être plus grande lorsque celle-ci est positive que lorsqu'elle est négative.*

« En vertu de ce qui précède, la décharge se propagerait dans le même temps à une plus grande distance de l'électrode positive que de la négative. Avec un même dégagement d'électricité, il se produirait à l'électrode positive un moins grand nombre de décharges, se propa-

geant à une plus grande distance et, à l'électrode négative une plus grande quantité de décharges qui en revanche seraient limitées au voisinage immédiat de l'électrode.

« Pour se faire une idée de la différence qui existe entre ces vitesses des deux électricités, que l'on considère le cas d'une décharge s'accomplissant entre deux boules d'égales dimensions à travers de l'air à 81^{mm},1 de pression. Dans ce cas les quantités d'électricités nécessaires à une décharge, suivant que l'on électrise la boule négative seule ou la boule positive seule, sont entre elles comme 12,3 : 21,7 ou comme 1 : 1,76. Les potentiels des électricités accumulées par unité de surface sont donc dans le rapport de $1 : (1,76)^2, = 1 : 3,13$. Si l'air accumulé à la surface des deux boules est projeté par la décharge, les vitesses initiales qu'il prend à chacune des électrodes sont dans le même rapport.

« On peut s'expliquer à l'aide de cette considération *la différence existante entre les deux formes si dissemblables qu'affecte la décharge dans l'air raréfié, entre le jet positif en faisceau et l'auréole négative.*

« La notion si répandue que l'électricité positive s'écoule plus facilement des corps électrisés que la négative, ne peut donc plus être maintenue devant ce qui précède; car il faut au contraire une plus grande tension et une plus grande force pour la décharge positive, ce qui fait que les particules matérielles projetées de l'électrode positive ont une plus grande vitesse que celles qui partent de l'autre et se répandent plus loin.

.... « Par suite de la plus grande vitesse de la décharge partant de l'électrode positive et de la plus petite vitesse de la décharge provenant de l'électrode négative, les masses d'air électrisées mises en mouvement se ren-

contrent dans le voisinage de l'électrode négative. La masse d'air positive partant d'une portion plus resserrée de la surface de l'électrode est semblable à un jet condensé venant s'étaler sur la nappe d'air négative qui part d'une surface beaucoup plus étendue (comme un jet d'eau venant frapper une surface d'eau en repos); la vitesse de propagation des masses d'air est de la sorte anéantie, elles se mêlangent et leurs électricités se neutralisent dans l'espace obscur où on ne peut plus constater de courant électrique bien déterminé. Conformément à cette interprétation, M. de la Rive observa que l'on ne peut pas obtenir de courants dérivés, si ce n'est parfois de très-faibles, en introduisant dans l'espace obscur d'un grand tube de Geissler deux petites plaques de platine reliées avec un galvanomètre; tandis que le courant dérivé se montre immédiatement lorsqu'on change le sens de la décharge de manière à amener des sondes dans le jet positif [1]. Plus l'intervalle entre les décharges est grand, et plus par conséquent la vitesse avec laquelle les gaz électrisés vont à la rencontre l'un de l'autre dans le voisinage de l'électrode négative est grande, plus l'espace obscur doit être petit; et c'est en effet ce que l'on voit se produire lorsque la pression augmente. »

Pour expliquer cette résistance au passage qu'ils ont admis exister à la surface des électrodes, résistance qui devrait être plus grande à l'électrode positive qu'à l'électrode négative et croître avec la pression, les auteurs sup-

[1] Il ne serait plus nécessaire alors, pour interpréter ce fait, d'invoquer la plus faible pression du gaz dans l'espace obscur, et la plus grande conductibilité qui en résulte; cette différence de pression ne pourrait guère d'ailleurs être assez forte pour que la température sur le passage même de la décharge s'abaisse au-dessous du rouge sombre. Voyez *Archives*, 1863, tome XVII, p. 53.

posent qu'en vertu de l'adhésion, à laquelle vient se joindre encore l'attraction entre électricités de noms contraires, il y a condensation du gaz à la surface de l'électrode. Il se formerait de la sorte une couche de molécules gazeuses, retenues dans une immobilité relative au voisinage de la surface métallique et ne prenant plus part aux mouvements généraux qui constituent l'état gazeux. L'épaisseur de cette couche varierait avec les forces électriques attractives avec l'adhésion du gaz et sa pression. L'électricité affluant aux électrodes s'accumulera, suivant les idées théoriques des auteurs, dans cette couche de gaz condensé (les molécules libres n'en entraînent qu'une portion infiniment petite dans leurs mouvements), jusqu'à ce que, la charge étant devenue suffisante, la résistance soit vaincue, et que la décharge se produise. Si les forces moléculaires changent, avec la nature du gaz par exemple, les quantités d'électricité nécessaires pour les vaincre et produire une décharge changent aussi ; et nous avons vu en effet que les décharges à travers les différents gaz exigeaient des quantités d'électricités différentes.

Puisque les forces agissantes pour la formation des couches gazeuses condensées sont les mêmes aux deux électrodes, les différences constatées dans les conditions de la décharge aux deux pôles doivent tenir à des propriétés speciales des deux électricités, propriétés analogues à celle que l'on admet dans la théorie générale de l'électricité et en vertu de laquelle les différents corps sont doués d'une force attractive différente pour une des deux électricités que pour l'autre. Si donc on suppose que les *corps étudiés dans ce travail ont une attraction dominante pour l'électricité positive*, de telle sorte qu'à l'état neutre ils soient recouverts d'une couche d'électricité né-

gative à laquelle correspondrait dans l'intérieur une couche positive plus fortement attirée, il en résulterait, si on fait arriver à deux électrodes formées de ce corps des quantités d'électricités égales et de noms contraires, que dans la portion extérieure de la couche condensée à l'électrode positive, la tension électrique produite serait moins grande qu'elle ne l'est dans les portions correspondantes à l'électrode négative.

Pour l'établissement d'une décharge il faudrait alors une plus grande quantité d'électricité à l'électrode positive qu'à la négative, comme le montre l'expérience. De plus, l'électricité étant répandue en plus grande abondance dans les autres portions de l'électrode positive, la décharge une fois établie, les molécules gazeuses électrisées s'en échappent avec une vitesse beaucoup plus grande que de l'électrode négative.

Telles sont les idées théoriques à l'aide desquelles MM. Wiedemann et Rühlmann ont cherché à interpréter les données si complexes et si obscures encore que la science possède sur ce sujet si intéressant de la propagation de l'électricité à travers les gaz raréfiés. Les auteurs eux-mêmes sont loin de les considérer comme complètes et reconnaissent qu'elles sont basées sur bien des hypothèses encore fort contestables. Elles n'en ont pas moins leur intérêt.

E. S.

QUELQUES OBSERVATIONS

SUR LE

MÉMOIRE DE MM. WIEDEMANN ET RUHLMANN

La question de la transmission de l'électricité à travers les gaz, et en particulier à travers les gaz raréfiés, est une question difficile, mais très-intéressante parce qu'elle se lie au mode même de propagation de l'électricité. MM. Wiedemann et Rühlmann viennent d'en faire une étude expérimentale très-détaillée et ont obtenu des résultats remarquables. Faraday avait déjà déterminé la distance explosive pour différents gaz, c'est-à-dire la quantité d'électricité dont il faut charger deux électrodes situées à la même distance l'une de l'autre pour que l'étincelle parte entre elles; il avait trouvé que cette quantité est la plus grande pour le gaz chlorhydrique et la moindre pour l'hydrogène à la même pression et à la même température [1].

Il avait également observé la différence qui existe entre l'électricité positive et la négative quant à la tension nécessaire pour que l'électricité s'échappe de l'électrode, tension qui est plus grande pour la positive que pour la négative; enfin il avait observé l'influence du diamètre des boules.

Ces divers points ont été repris et bien analysés par les auteurs du mémoire qui nous occupe, mais en vue surtout de la propagation de l'électricité à travers les gaz raréfiés; ils ont réussi à constater par un procédé très-

[1] Voyez *Traité d'Électricité*, par M. A. DE LA RIVE, tome II, p. 97 et suivantes.

ingénieux que, même dans les gaz très-raréfiés, la décharge n'est point continue et se compose de décharges successives nettement tranchées. Seulement les intervalles qui séparent ces décharges successives diminuent à mesure que la tension décroit, ce qui prouve que, tout en exigeant pour se produire une tension déterminée aux électrodes, la décharge électrique a besoin d'une tension d'autant moins forte que le gaz est plus raréfié.

Je ne prétends pas refaire ici l'analyse du mémoire dont je viens de rappeler un point important, puisqu'elle se trouve dans les pages qui précèdent; je tiens seulement à présenter quelques observations sur les conséquences théoriques que les auteurs tirent de leur travail expérimental. J'espère revenir plus tard sur ce sujet d'une manière plus complète, me bornant pour le moment à quelques courtes réflexions.

Ma première observation porte sur la manière dont les auteurs envisagent le mode de propagation de l'électricité à travers les gaz, admettant qu'il est le même dans les gaz raréfiés et dans ceux qui ne le sont pas. Quant à moi, je suis disposé à croire que ce mode est différent dans l'un des cas de ce qu'il est dans l'autre. Lorsqu'il s'agit d'un gaz ayant un certain degré de densité, la décharge est, comme l'appelle Faraday, disruptive, c'est-à-dire que le gaz, comme tout corps isolant solide ou liquide, joue un rôle essentiellement passif, celui d'un obstacle à la réunion des deux électricités; obstacle que la décharge surmonte pour ainsi dire mécaniquement, soit en le brisant, si c'est un solide, soit en agitant et écartant ses particules, si c'est un liquide ou un gaz. Mais lorsqu'il s'agit d'un gaz, celui-ci, lorsqu'il est amené à un certain degré de raréfaction, laisse écouler l'électricité sans lui opposer de ré-

sistance mécanique, mais seulement une résistance de conductibilité qui permet à la propagation de l'électricité de s'opérer par une succession si rapide de décharges moléculaires qu'elle semble être presque continue. C'est alors que, au lieu d'une décharge, on a un véritable courant électrique qui est soumis à l'action de l'aimant, comme l'est un conducteur solide mis dans le circuit d'une pile, qui opère la décomposition électrolytique du gaz composé qu'il traverse comme le courant d'une pile opère celle d'un électrolyte liquide. La colonne gazeuse ainsi raréfiée, présente, comme un fil métallique ou un cylindre liquide conducteur, une résistance électrique proportionnelle à sa longueur [1]. Ce n'est donc plus une décharge, mais un véritable courant électrique.

Je puis ajouter comme preuve de la différence qui existe entre les deux modes de propagation, le fait qu'ils peuvent se trouver concomitants comme l'a observé M. Perrot, qui, dans la même étincelle d'induction, a distingué le *trait de feu* de l'*auréole* et a pu les séparer. Le trait de feu est la décharge disruptive qui entraîne avec elle des particules des électrodes métalliques, entre lesquelles elle s'échappe, qui est éblouissante, perce une feuille de papier sans l'enflammer et n'échauffe point les électrodes. L'auréole par contre enflamme tous les corps qu'on en approche, réchauffe fortement les électrodes, et est déplacée par le simple souffle ou par tout courant gazeux qu'on dirige sur elle, ce qui n'a point lieu pour le trait de feu. L'auréole est donc simplement formée par la série des molécules gazeuses qui transmettent le cou-

[1] Voyez les recherches de M. A. DE LA RIVE sur la propagation de l'électricité dans les gaz raréfiés dans les *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, tome XVII, p. 690.



rant, soit la série des décharges. Dans les gaz très-raréfiés, le trait de feu disparaît en entier et il ne reste plus qu'un jet électrique transmis de molécules à molécules, comme le sont les courants d'une pile.

Du reste le fait observé par les auteurs que, même dans le cas d'un gaz très-raréfié, la propagation de l'électricité a lieu par une série de décharges, seulement très-rapprochées, n'est point une objection contre son assimilation à un courant électrique ordinaire, car un semblable courant peut être considéré comme composé aussi d'une série de décharges qui se succèdent encore plus rapidement et d'autant plus rapidement que les électrodes de la pile se chargent plus vite. Cette manière d'envisager le courant découle naturellement de l'étude des résultats qu'on obtient en passant des piles les moins conductrices, telles que la pile à eau de Gassiott, aux piles les plus conductrices comme celles de Grove.

Une seconde observation que je me permettrai, porte sur la manière dont les auteurs considèrent le jet électrique dans un tube rempli d'un gaz raréfié. Suivant eux la masse de gaz positive partant d'une portion plus resserrée de l'électrode positive vient s'étaler sur la nappe d'air négative voisine de l'électrode négative; la vitesse de propagation des masses d'air est de la sorte anéantie, et elles se mélangent de manière que leurs électricités se neutralisent dans l'espace obscur où on ne peut plus constater de courant électrique bien déterminé. Il faudrait admettre dans cette manière d'envisager le phénomène, que l'électricité positive seule, et la négative seule également, peuvent produire chacune séparément de la chaleur et de la lumière ; or s'il y a un fait bien constaté, c'est qu'il n'y a production de chaleur et de lumière électrique

que par la neutralisation des deux électricités. Cette neutralisation a donc lieu nécessairement dans toute l'étendue du jet et non pas seulement dans sa partie obscure. D'ailleurs si elle n'avait lieu que dans l'espace obscur, c'est là surtout qu'il devrait y avoir production de chaleur et de lumière. Je ne pourrais pas non plus comprendre comment il n'y aurait pas de courant électrique dans cet espace qui fait partie du circuit dont l'action sur l'aiguille aimantée est très-prononcée. La preuve d'ailleurs qu'il y a dans cette partie obscure un courant électrique qui ne produit pas d'effets calorifiques et lumineux uniquement parce qu'elle est trop conductrice, c'est qu'il suffit d'en approcher un électro-aimant pour la rendre lumineuse, parce que l'action magnétique condense le jet obscur comme il condense le jet lumineux dans le reste du tube et augmente ainsi la résistance électrique du gaz. La faiblesse des courants dérivés dans cette portion obscure du jet est donc bien due à ce que la conductibilité électrique y est plus considérable et non pas à ce qu'il n'y a pas de courant.

Je dois reconnaître que ce qui est difficile à expliquer dans cet ordre de phénomènes, c'est l'apparence que présentent les diverses parties du jet lumineux dans un tube plein d'un gaz très-raréfié et, en particulier l'existence de l'espace obscur, l'apparition des stratifications et les différences de forme et de couleur de la lumière électrique aux deux électrodes. Mais il se peut que des phénomènes du même genre aient lieu également dans des conducteurs solides ou liquides qui transmettent un courant, sans qu'on puisse s'en apercevoir ; bien des faits du reste démontrent la différence qui existe, même dans ces cas, entre l'électrode positive et la négative, en particulier dans l'arc

voltaïque. Il est probable que l'électricité statique dont se chargent les électrodes, même quand le gaz est très-raréfié et que l'électricité s'y propage comme dans un bon conducteur, exerce une influence sur la production de ces diverses apparences. Je ne serais pas éloigné de croire que l'électricité négative qui s'échappe plus facilement de son électrode que la positive de la sienne, en se portant sur les molécules gazeuses voisines de son électrode, augmente leur force répulsive, par conséquent leur distance mutuelle, et comme conséquence rend dans cette partie de la colonne le gaz plus raréfié et plus conducteur, effet que détruit l'action de l'aimant en rapprochant au contraire les particules. D'ailleurs il est bien des faits dont la théorie de MM. Wiedemann et Rühlmann ne rendent pas compte, tels par exemple que la disparition du jet positif à un haut degré de raréfaction du gaz, et l'apparition dans toute la longueur du tube jusqu'à la partie obscure de stries semblables et uniformément distribuées.

Je suis convaincu également qu'il y a dans ces masses gazeuses très-raréfiées qui propagent la décharge sous forme de courants, des mouvements moléculaires extrêmement prononcés, mouvements qui déterminent la chaleur et par conséquent la lumière, plus fortes toutes les deux dans le voisinage de l'électrode positive où ces mouvements sont plus vifs que près de l'électrode négative. Ces mouvements variables en intensité suivant l'énergie des décharges, l'état de raréfaction du gaz et même suivant sa nature, doivent donc aussi produire des effets qui varient avec ces circonstances.

Resterait une dernière question. Comment se fait-il qu'à un certain degré de raréfaction la propagation de l'électricité ne se forme plus sous forme de décharge, mais seulement sous forme de courant.

Pour qu'elle ait lieu sous cette dernière forme, il faut admettre que dans les gaz comme dans les solides et les liquides, les molécules commencent par se polariser sous l'influence des électrodes, polarisation suivie immédiatement d'une décharge moléculaire, suivie elle-même d'une nouvelle polarisation et ainsi de suite. Or le mouvement propre des molécules gazeuses, qui est admis généralement comme constitutif chez les gaz, doit troubler l'établissement de cette polarisation, et cela d'autant plus que ces molécules sont plus nombreuses, et aussi c'est surtout par des décharges disruptives que la transmission de l'électricité a lieu à travers des gaz dont la force élastique n'est pas très-faible; mais à mesure que cette force élastique diminue, le nombre des particules gazeuses diminue en même temps, l'établissement de la polarisation de chaque filet des molécules est moins gêné, et la propagation de l'électricité se fait toujours plus, et à un grand degré de raréfaction presqu'uniquement, sous forme de décharges moléculaires, c'est-à-dire de courant.

Il y aurait encore bien des points à éclaircir et le sujet mérite d'être encore étudié avec soin, tant au point de vue théorique que sous le rapport expérimental. J'espère pouvoir le reprendre un jour, mais pour le moment je termine comme je l'ai fait en commençant, en rendant pleine et entière justice au travail de MM. Wiedemann et Rühlmann qui, je le reconnais lors même que je diffère d'opinion avec eux quant à une partie de leurs conclusions, ont fait faire un pas important à l'étude de la propagation de l'électricité dans les gaz raréfiés.

A. DE LA RIVE.

LE

MOUVEMENT APÉRIODIQUE

DES AIMANTS AMORTIS

PAR

M. E. DU BOIS-REYMOND

(Extrait[1]).

Quoique son importance ne nous eût point échappé, nous n'avions pas rendu compte encore du travail que M. du Bois-Reymond a publié sous ce titre, il y a plus de deux ans déjà, car par sa forme presqu'exclusivement mathématique il sortait plus ou moins du cadre de notre journal. Néanmoins, vu qu'il n'a point été reproduit jusqu'ici par les principales revues scientifiques françaises, vu surtout l'intérêt du sujet et l'autorité qui s'attache au nom de l'auteur, nous ne voulons pas tarder davantage à en donner un extrait à nos lecteurs.

Introduction.

Dans sa notice *sur la mesure de la durée d'oscillation d'une aiguille aimantée*[2], Gauss, établit comme formule du mouvement oscillatoire d'un aimant amorti par le milieu dans lequel il se trouve l'équation suivante :

[1] Die aperiodische Bewegung gedämpfter Magnete, von E. du Bois-Reymond. *Monatsberichte der Kön. preuss. Akad. der Wissensch.*, 5 août 1869 et 23 juin 1870.

[2] *Resultate aus den Beobachtungen des magnetischen Vereins im Jahre* 1837. Göttingen, 1838, p. 58. — *C.-T. Gauss*, *Werke u. s. w.* Göttingen 1867, in-4°, vol. V, p. 374.

$$0 = \frac{d^2x}{dt^2} + n^2(x-p) + 2\varepsilon\frac{dx}{dt} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (1)$$

p étant le degré correspondant au repos de l'aiguille, x celui qu'elle marque au bout du temps t, n^2 la force magnétique directrice (pour l'unité de déviation), 2ε la force retardatrice exercée par le milieu amortisseur (pour l'unité de la vitesse), toutes deux divisées par le moment d'inertie de l'aimant. Gauss, donne l'intégrale de cette équation sous la forme:

$$x = p + Ae^{-\varepsilon t} \sin \left\{ \sqrt{n^2 - \varepsilon^2}\,(t - B) \right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (2)$$

où e est la base des logarithmes naturels, A et B étant deux constantes qui résultent de l'intégration. Cette intégrale, dans le cas où il n'y a pas amortissement, se réduit à :

$$x = p + A \sin \left\{ n(t - B) \right\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (3)$$

Après avoir déduit de la formule (1) la théorie des mouvements oscillatoires des aimants amortis, il démontre que pour qu'il y ait mouvement périodique il faut que $\varepsilon < n$ et que si $\varepsilon = n$ ou $\varepsilon > n$, il n'y a plus aucune périodicité; mais que l'aiguille s'approche assymptotiquement de la position du repos. Il remarque de plus qu'il ne serait pas désirable d'augmenter l'amortissement à ce point, car, dit-il, dès que ε dépasse la valeur n l'aiguille se rapproche beaucoup plus lentement de la position du repos, et on perdrait en outre l'avantage de pouvoir facilement déduire cette position comme milieu entre les deux points extrêmes que l'aiguille atteint dans son mouvement oscillatoire. Gauss a donc, le premier, reconnu le mouvement apériodique des aimants amortis, mais il n'a pas entrevu

le procédé pratique que l'on peut déduire de ce mouvement. M. du Bois-Reymond s'est précisément appliqué à réaliser ce mouvement apériodique et il y est parvenu dans sa boussole à miroir qu'il a reconnu présenter souvent de très-grands avantages pour les mesures galvanométriques. Suivons tout d'abord M. du Bois-Reymond dans l'exposé de la théorie mathématique complète de ces mouvements apériodiques.

Équation générale du mouvement des aimants amortis, et mouvement périodique de ces aimants.

Pour simplifier, l'auteur admet que la position du repos coïncide avec le O de la graduation, alors $p = 0$. Il emploie du reste les mêmes lettres que Gauss, en posant pour abréger:

$$\sqrt{\varepsilon^2 - n^2} = r.$$

L'intégrale générale de l'équation différentielle (1) devient alors:

$$x = e^{-\varepsilon t} \left(Ae^{-rt} + Be^{rt} \right) \ldots\ldots\ldots \quad (4)$$

Pour déterminer les constantes, nous supposerons d'abord que l'aimant se déplace sous l'action extérieure d'un courant électrique constant d'un angle ξ suffisamment petit pour que la proportionnalité entre la force directrice et le déplacement angulaire subsiste et que la force amortissante reste la même ; puis que au moment $t = 0$ le courant étant interrompu l'aimant retombe dans la position du repos. Pour $t = 0$ on a alors $x = \xi$ et $\frac{dx}{dt} = 0$, et il vient :

$$A = -\frac{\xi(\varepsilon - r)}{2r}$$

$$B = +\frac{\xi(\varepsilon + r)}{2r}$$

ce qui donne pour l'équation (4):

$$x = \frac{\xi}{2r}\, e^{-\varepsilon t} \left\{ (\varepsilon + r)\, e^{rt} - (\varepsilon - r)\, e^{-rt} \right\} \ldots\ldots \quad (5)$$

On voit maintenant que la nature du mouvement varie suivant la valeur de r, si $\varepsilon < n$, $r = i\rho$ en posant $i = \sqrt{-1}$ et en désignant une des deux valeurs de $\sqrt{n^2 - \varepsilon^2}$ par ρ, alors (4) devient:

$$x = e^{-\varepsilon t} \left\{ (A + B) \cos.(\rho t) - i\,(A - B) \sin.(\rho t) \right\} \ldots \quad (6)$$

ou en remplaçant A et B par leurs valeurs:

$$x = \xi e^{-\varepsilon t} \left\{ \cos.(\rho t) + \frac{\varepsilon}{\rho} \sin.(\rho t) \right\} \ldots\ldots \quad (7)$$

Ces équations représentent un mouvement oscillatoire dont l'amplitude décroît en progression géométrique. C'est le cas ordinaire et bien connu. Considérant un angle φ tel que :

$$\text{tg.}\,(\rho\varphi) = -\frac{\rho}{\varepsilon},$$

on a :

$$x = \xi e^{-\varepsilon t} \left[\frac{n}{\rho} \sin.\left\{ \rho\,(t - \varphi) \right\} \right] \ldots\ldots\ldots \quad (8)$$

Cette équation est identique à la formule (2) donnée par Gauss.

S'il n'y a pas d'amortissement et que par conséquent on pose $\varepsilon = 0$ dans l'intégrale générale du mouvement on a:

$$x = \xi \cos.(nt) \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (9)$$

La comparaison de (2) et (3) d'une part, de (8) et (9) de l'autre, montre clairement l'influence de l'amortissement sur le mouvement oscillatoire, laquelle se manifeste dans l'apparition du facteur $e^{-\iota t}$ qui diminue les amplitudes des oscillations, et dans le plus faible accroissement de l'argument de la fonction périodique, d'où il suit que la durée du mouvement oscillatoire est plus grande.

Mouvement apériodique des aimants amortis.

Si $\varepsilon > n$ et r par conséquent réel, la formule (5) sans autre transformation donne l'expression nette du mouvement. Celui-ci, on le voit, n'est plus périodique, mais la déviation donnée en fonction du temps est égale à la différence des ordonnées de deux courbes exponentielles, qui se rapprochent assymptotiquement de l'axe des abscisses.

La seule valeur de t qui rende $x = 0$ est $t = \infty$. L'aimant sans vitesse initiale revenant de la distance angulaire ξ qu'on peut s'imaginer aussi grande qu'on voudra, ne dépassera jamais le point O et ne l'atteindra qu'après un temps infini. La courbe des déviations rapportées au temps commence pour $t = 0$ avec l'ordonnée ξ et avec sa tangente parallèle à l'axe des x. Elle est d'abord concave vers l'axe des x.

La courbe des vitesses:

$$\frac{dx}{dt} = \frac{\xi n^2}{2r} e^{-\iota t} (e^{-rt} - e^{rt}) \ldots\ldots \quad (10)$$

est d'abord concave vers l'axe des x et atteint un maximum négatif pour:

$$t = \frac{1}{2r} \text{ log. nat. } \frac{\iota + r}{\iota - r} \ldots\ldots\ldots \quad (11)$$

à cette valeur t correspond un point d'inflexion de la

courbe des déviations. Après un intervalle de temps précisément double de celui-là, la courbe des vitesses a également un point d'inflexion au delà duquel elle se rapproche aussi assymptotiquement de l'axe des x. Dans le cas particulier où $\varepsilon = n$, par conséquent $r = 0$, on a à plusieurs égards de notables simplifications. L'intégrale de l'équation différentielle est alors :

$$x = (A + Bt)e^{-\varepsilon t},$$

dans laquelle :

$$A = \xi, \ B = \varepsilon\xi,$$

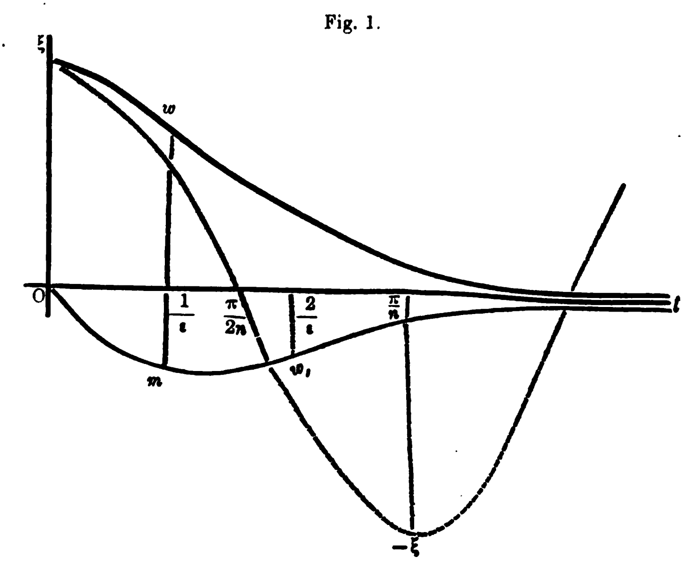
de sorte qu'il vient :

$$x = \xi e^{-\varepsilon t}(1 + \varepsilon t) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (12)$$

$$\frac{dx}{dt} = \xi\varepsilon^2 t e^{-\varepsilon t} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (13)$$

La discussion de ces équations est plus facile que celle de (5) et (10). Les courbes qu'elles représentent sont données dans la fig. 1 pour le cas où $\xi = 2$, $\varepsilon = n = 1$, ξwt est la courbe des déviations, omw_1t celle des vitesses. La ligne pointée est la courbe des déviations pour le cas où il n'y a pas amortissement, elle est donnée par (9) en y faisant $n = 1$. Le point d'inflexion de la première de ces courbes, et le maximum de la seconde ont lieu pour $t = \frac{1}{\varepsilon}$; et au bout du temps $t = \frac{2}{\varepsilon}$ a lieu le point d'inflexion de la courbe des vitesses.

Fig. 1.



Si enfin l'aimant est complétement ou presque complément astatique, de telle sorte que n soit négligeable par rapport à ε et que r devienne égal à ε, l'intégrale complète de l'équation fondamentale du mouvement devient:

$$x = Ae^{-2\varepsilon t} + B \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (14)$$

or par la même hypothèse que précédemment on trouve:

$$A=0, \; B=\xi,$$

d'où il suit:

$$x=\xi \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (15)$$

L'aimant dans ce cas demeure dans la position ξ. La droite $x = \xi$ parallèle à l'axe des x est la limite vers laquelle tendent les courbes des déviations lorsque n diminue de plus en plus par rapport à ε. Mais si dans ces conditions l'aimant reçoit en ξ, à l'instant $t = 0$, une impulsion qui lui communique une vitesse $\pm c$, il vient:

$$A = \mp \frac{c}{2\varepsilon}, \; B = \xi \pm \frac{c}{2\varepsilon}$$

$$x = \xi \pm \frac{c}{2\varepsilon}\left(1 - e^{-2\varepsilon t}\right) \quad \ldots\ldots\ldots \quad (16)$$

et l'aimant se meut avec une vitesse décroissante

$$\frac{dx}{dt} = \pm\, c e^{-2\varepsilon t}$$

vers le point $\xi \pm \frac{c}{2\varepsilon}$ où il demeure immobile après un temps infini. Le mouvement est le même exactement que dans le cas où un corps se déplace par suite d'une impulsion reçue une fois pour toutes dans un milieu qui lui oppose une résistance proportionnelle à sa vitesse; c'est le plus haut degré que puisse atteindre le magnétisme de rotation d'Arago.

Mouvement apériodique avec vitesse initiale.

Nous n'avons examiné encore que le cas où la vitesse initiale de l'aimant est nulle, voyons maintenant ce que devient le mouvement dans le cas où l'aimant a une vitesse négative — c, c'est-à-dire dans le sens de sa force directrice. Les constantes A et B deviennent alors dans l'équation (4)

$$\frac{c - \xi\,(\varepsilon - r)}{2r} \quad \text{et} \quad \frac{-c + \xi\,(\varepsilon + r)}{2r}$$

d'où il vient pour l'équation :

$$x = \frac{e^{-\varepsilon t}}{2r}\left[\{c - \xi\,(\varepsilon - r)\}\ e^{-rt} - \{c - \xi(\varepsilon + r)\}\ e^{rt}\right] \ldots (17)$$

Ce mouvement est apériodique, mais si c dépasse une certaine valeur que nous déterminerons tout à l'heure, l'aimant passe au delà du point O de la graduation. Ce passage au zéro a lieu au bout du temps :

$$t_1 = \frac{1}{2r}\ \log\ \frac{c - \xi\,(\varepsilon - r)}{c - \xi\,(\varepsilon + r)}$$

Le mouvement change ensuite de sens au delà du zéro, et cela au bout du temps

$$t_2 = \frac{1}{2r} \log \frac{(\varepsilon+r)\{c-\xi(\varepsilon-r)\}}{(\varepsilon-r)\{c-\xi(\varepsilon+r)\}}$$

car à ce moment-là $\frac{dx}{dt}$ est nul. La courbe des déviations est d'abord convexe vers l'axe des x, mais à partir du zéro de l'échelle, elle tourne sa concavité vers l'axe des temps; plus loin la vitesse atteint un maximum positif, auquel correspond un point d'inflexion de la courbe des déviations, tous deux ont lieu au bout du temps

$$t_3 = \frac{1}{2r} \log \frac{(\varepsilon+r)^2\{c-\xi(\varepsilon-r)\}}{(\varepsilon-r)^2\{c-\xi(\varepsilon+r)\}}$$

après cela l'aimant s'approche assymptotiquement de sa position de repos. La courbe des vitesses aussi finit par s'approcher assymptotiquement de l'axe des x après avoir eu au bout du temps

$$t_4 = \frac{1}{2r} \log \frac{(\varepsilon+r)^3\{c-\xi(\varepsilon-r)\}}{(\varepsilon-r)^3\{c-\xi(\varepsilon+r)\}}$$

un point d'inflexion.

Dans le cas où $\varepsilon = n$, cas représenté par (12), il vient pour l'équation du mouvement

$$x = e^{-\varepsilon t}\{\xi - t(c-\varepsilon\xi)\} \quad \ldots\ldots\ldots \quad (18)$$

les deux courbes présentent les mêmes particularités seulement au bout des temps

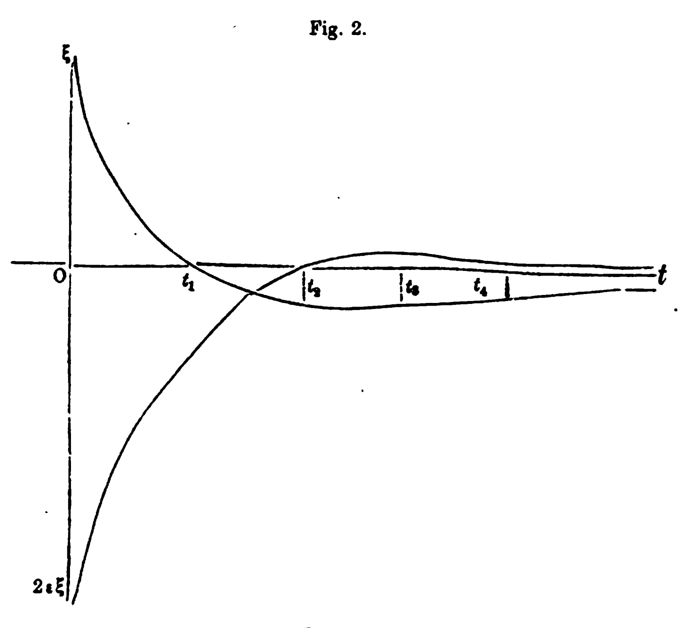
$$t_1 = \frac{\xi}{c-\varepsilon\xi},\ t_2 = \frac{c}{\varepsilon(c-\varepsilon\xi)},\ t_3 = \frac{2c-\varepsilon\xi}{\varepsilon(c-\varepsilon\xi)},\ t_4 = \frac{3c-2\varepsilon\xi}{\varepsilon(c-\varepsilon\xi)}$$

Les temps t_1, t_2, t_3, t_4, sont donc, dans les deux cas, les termes d'une progression arithmétique dont la raison est

$$\frac{1}{2r} \log \frac{\varepsilon+r}{\varepsilon-r} \text{ ou } \frac{1}{\varepsilon}$$

La figure 2 représente les deux courbes que nous venons de discuter.

Fig. 2.



Le temps dans sa marche ne pouvant pas devenir négatif, il faut dans l'expression de t, pour le cas (17), que le terme sous le signe logarithme soit positif et >1, il faut donc que $C > \xi(\varepsilon+r)$ et $C > \varepsilon\xi$ dans le cas (18), pour $c = \xi\,(\varepsilon + r)$ et $c = \varepsilon\,\xi$ le zéro de la graduation n'est atteint qu'au bout d'un temps infini; les équations prennent dans ce cas la forme plus simple :

$$x = \xi e^{-(\varepsilon+r)t} \quad \text{(19)}$$

et

$$x = \xi\, e^{-\varepsilon t} \quad \text{(20)}$$

Si $r = \varepsilon$ comme dans le cas de l'équation (16) il faut que $c = 2\varepsilon\xi$ pour que l'aimant atteigne le O et que $c > 2\varepsilon\xi$ pour qu'il le dépasse. Si $c = 2\varepsilon\xi + \delta$ l'aimant s'arrête à $-\frac{\delta}{2\varepsilon}$.

Vitesse initiale nécessaire pour que l'aimant dépasse le zéro.

Il revient au même d'admettre qu'à l'instant t_0 où il tombe d'une déviation x_0 on communique à l'aimant une vitesse initiale — c_0, ou bien qu'il arrive au moment t_0 en x_0 ayant acquis par une chute préalable en venant d'une déviation ξ une vitesse $-c_0 = \frac{dx}{dt}$. Aucune vitesse de chute $\frac{dx_0}{dt}$ acquise en venant d'une déviation ξ quelconque ne pourrait donc, si elle était communiquée à l'aimant à l'instant t_0 comme vitesse initiale — c_0 lui faire dépasser le zéro. Car malgré la restriction apportée à nos formules par les hypothèses faites plus haut pour la détermination des constantes, elles sont valables pour toute valeur de ξ. Si donc l'aimant avait acquis la vitesse $\frac{dx_0}{dt} = -c_0$, dans le retour de la déviation quelconque ξ, il se rapprocherait assymptotiquement de la position du repos.

C'est ce qu'on peut voir du reste directement à l'aide d'un calcul très-simple que nous ne reproduisons pas ici et qui montre de plus que x ne s'annule dans le cas où $\varepsilon > n$ que si:

$$-\frac{dx_0}{dt} > (\varepsilon + r)\, x_0 \quad \text{ou} \quad c_0 > (\varepsilon + r)\, x_0,$$

et dans le cas où $\varepsilon = n$ si:

$$-\frac{dx_0}{dt} > \varepsilon x_0 \quad \text{ou} \quad c_0 > \varepsilon x_0.$$

Il résulterait de là, que $(\varepsilon + r)\, x$, εx sont d'une manière générale la limite des vitesses que l'aimant peut acquérir dans le cas où $\varepsilon > n$ ou $\varepsilon = n$ en tombant d'une hauteur quelconque. C'est ce qu'il s'agit maintenant de vé-

rifier. Pour cela il ne nous faut plus considérer la vitesse comme fonction du temps et de la déviation initiale, mais comme fonction de la déviation à un moment quelconque et de la déviation initiale, $\frac{dx}{dt} = \varphi\ (x, \xi)$. Si cette fonction ne peut pas être complétement déterminée, du moins pourra-t-on reconnaître la marche de la courbe qu'elle représente. Nous nous bornerons d'abord au cas où $\varepsilon = n$, c'est-à-dire au cas de l'équation (12).

$$x = +\xi e^{-\varepsilon t}(1+\varepsilon t),$$

d'où l'on tire :

$$\frac{dx}{dt} = x' = -\xi e^{-\varepsilon t}\varepsilon^2 t$$

$$\frac{dx'}{dt} = x'' = +\xi e^{-\varepsilon t}\varepsilon^2(\varepsilon t - 1)$$

$$\frac{dx''}{dt} = x''' = -\xi e^{-\varepsilon t}\varepsilon^3(\varepsilon t - 2)$$

or :

$$\frac{dx'}{dx} = \frac{x''}{x'},\ \frac{d^2x'}{dx^2} = \frac{x'x''' - x''^2}{x'^3}$$

et en substituant les valeurs ci-dessus de x', x'', x'''.

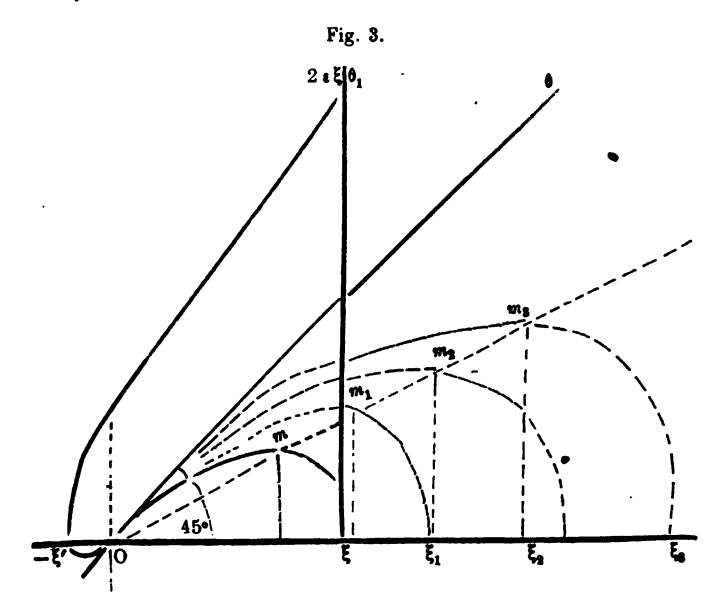
$$\frac{dx'}{dx} = \frac{1-\varepsilon t}{t},\ \frac{d^2x'}{dx^2} = \frac{1}{\xi e^{-\varepsilon t}\varepsilon^2 t^3}$$

De ces équations on peut déduire la marche de la courbe $x' = f(x)$ entre les limites $x = 0$ et $x = \xi$, parce que tandis que t croît de 0 à ∞, x décroît de ξ à 0. La valeur de $\frac{d^2x'}{dx^2}$ montre que dans ces limites la courbe n'a aucun point d'inflexion, mais tourne toujours sa concavité vers l'axe des x; de la valeur de $\frac{dx'}{dx}$ on conclut

de plus qu'à l'origine la courbe s'élève au-dessus de l'axe des x avec une tangente qui est égale à ε. Plus loin pour $t = \frac{1}{\varepsilon}$ (14) soit pour $x = \frac{2}{e}\xi$ elle passe par un maximum dont la valeur absolue est $\frac{\varepsilon}{e}\xi$. Enfin elle rejoint l'axe des x pour $x = \xi$ où elle est normale à cet axe, car pour $t = 0$, $\frac{dx'}{dx} = \infty$.

La courbe ainsi déterminée est représentée par O m ξ dans la fig. 3 dans laquelle se trouve aussi la courbe des vitesses, lesquelles seulement ont été portées pour plus de simplicité au-dessus de l'axe des x et non pas au-dessous comme elles auraient dû l'être étant négatives ; $O\theta$, $\xi\theta_1$, sont les tangentes aux deux extrémités de la courbe des déviations. La figure étant faite pour le cas $\varepsilon = 1$, l'angle $\theta O \xi = 45°$.

Fig. 3.



Telle est la courbe pour une valeur quelconque de ξ; les ordonnées et les abscisses étant proportionnelles à ξ pour une valeur donnée de t, les différentes courbes correspondant à différentes valeurs du paramètre ξ sont semblables entre elles. Les points correspondants de ces courbes sont sur une même droite partant de l'origine, et ayant pour équation

$$x' = -\frac{\varepsilon t}{\varepsilon t + 1} \cdot \varepsilon x \quad \ldots\ldots\ldots \quad (21)$$

Les maxima en particulier correspondant à $t = \frac{1}{\varepsilon}$ se trouvent sur la ligne $x' = -\frac{1}{2}\varepsilon x$, et les points les plus rapprochés de O à cause de $t = \infty$ sur la droite $x' = -\varepsilon x$.

Si l'on prend ξ infiniment grand, il faut pour que l'équation (12) donne une valeur finie de x que t soit aussi infini. C'est seulement après un temps infini que l'aimant tombant de l'infini arrive dans le fini; sa vitesse dans cette période de temps finie est infiniment grande. Mais dans le fini, par suite de $t = \infty$, dans l'équation (20), il y a à chaque instant entre sa vitesse et sa déviation la relation

$$x' = -\varepsilon x.$$

La droite OO représentée par cette équation est donc la limite vers laquelle les courbes de déviation tendent dans le fini lorsque ξ croît jusqu'à l'infini. Ce fait, qui ressort déjà suffisamment de la similitude de ces courbes, se déduit aussi directement de la combinaison des équations (12) et (13). Celles-ci donnent en effet la relation

$$\varepsilon \xi = (x' + \varepsilon x)\, e^{-\frac{x'}{x' + \varepsilon x}}$$

qui pour $x = 0$ n'a lieu que si $x' = -\varepsilon x$.

Ainsi donc, quelle que soit la distance de l'aimant au point O, nous pouvons assimiler la droite Oθ à la courbe même suivant laquelle la vitesse d'un aimant décroîtrait dans sa chute à partir d'un point relativement très-éloigné; cette décroissance aurait lieu proportionnellement aux déviations. Les ordonnées de la droite Oθ donnent donc pour chaque x la plus grande vitesse de chute que l'aimant puisse y atteindre, vitesse qui encore ne suffirait pas pour lui faire dépasser le point O. Si on pose $x = \xi$ on a $-\varepsilon\xi$ comme expression de la plus grande vitesse de chute que l'aimant puisse atteindre en ξ. Ainsi dans le cas où $\varepsilon = n$ il faut communiquer en ξ à l'aimant pour lui faire dépasser le point O une vitesse initiale $c > \varepsilon\xi$ et ainsi se trouve confirmé ce que nous avions prévu plus haut.

Si l'on pose, comme dans la fig. 2, $c = 2\varepsilon\xi = 4$ on a dans la courbe ($2\varepsilon\xi'$O) fig. 3, la représentation de la courbe des vitesses rapportées aux déviations, pour le cas où l'aimant en vertu d'une impulsion reçue en ξ dépasse le O. La portion ($-x'$O) est formée de la même façon que la courbe O m ξ. La formule (18) que nous avons vue plus haut comme expression du mouvement de l'aimant dans le cas de $\varepsilon = n$ et d'une vitesse initiale $-c$ devient (20) pour $c = \varepsilon\xi$. Au lieu de le considérer comme vitesse initiale, nous pouvons aussi regarder $c = \varepsilon\xi$ comme resultante d'une chute infiniment prolongée, en admettant que le temps soit compté à nouveau à partir du moment où l'aimant venant de l'infini passe par la position ξ. L'aimant, parti de l'infini et arrivé dans le fini après une période de temps infinie, n'atteindrait donc la position O qu'après une nouvelle période de temps infinie. La substitution de x à t dans l'expression de x' de-

vient réalisable et l'on a $x' = -\xi\, \varepsilon\, e^{-\varepsilon t}$ et en remplaçant $e^{-\varepsilon t}$ par sa valeur tirée de (20), il vient comme nous l'avons déjà trouvé $x' = -\varepsilon x$. De même l'on obtient (20) par l'intégration de cette dernière expression en prenant $x = \xi$ pour $t = 0$.

Prenant maintenant le cas où $\varepsilon > n$ l'on a :

$$\frac{dx'}{dx} = \frac{(\varepsilon - r)\, e^{rt} - (\varepsilon + r) e^{-rt}}{e^{-rt} - e^{rt}}$$

$$\frac{d^2x'}{dx^2} = -\frac{1}{\xi\, n^2 e^{-\varepsilon t}} \left\{ \frac{2r}{e^{-rt} - e^{rt}} \right\}^3.$$

La courbe $x' = \varphi(x,\xi)$ est dans ce cas encore sans point d'inflexion, concave vers l'axe des abscisses avec un maximum pour la valeur de t exprimée dans l'équation (11); la tangente au point O est $\varepsilon - r$ tandis qu'en ξ elle est normale à l'axe des abscisses. Les courbes correspondant aux différentes valeurs de ξ sont semblables entre elles, leur limite est déterminée par la droite $x' = -(\varepsilon - r)\, x$; $\varepsilon - r\, \xi$ est la plus grande vitesse qu'il est possible à l'aimant d'atteindre en ξ par une chute préalable. Le même résultat s'obtient par l'élimination de t entre (5) et (10).

La vitesse initiale communiquée en ξ à l'aimant doit, pour qu'il aille au delà du point O, dépasser de plus de $2r\xi$ la plus grande vitesse de chute réalisable en ξ.

Forme qu'affecte le mouvement apériodique d'un aimant sous l'action d'un courant très-peu prolongé.

Considérons maintenant le cas où à l'origine du temps un courant constant d'intensité I agit pendant un temps

très-court τ sur l'aimant jusque-là en repos. Le courant imprimera cette fois à l'aimant une vitesse positive

$$c = \frac{\mu I \tau}{M} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (22)$$

M étant son moment d'inertie, μ le moment de la force qu'exerce sur l'aimant dans la position du repos un courant égal à l'unité parcourant le fil du multiplicateur. Les constantes A et B de l'équation (4) deviennent ici, en faisant $t = \tau = 0, x = 0$ et $\frac{dx}{dt} = c$:

$$A = -\frac{c}{2r} \text{ et } B = +\frac{c}{2r}$$

d'où pour l'équation du mouvement :

$$x = \frac{c}{2r}\left(e^{-(\varepsilon-r)t} - e^{-(\varepsilon+r)t}\right) \quad \ldots\ldots \quad (23)$$

L'aimant revient en arrière au bout du temps

$$t_m = \frac{1}{2r} \log. \frac{\varepsilon+r}{\varepsilon-r},$$

et s'approche ensuite assymptotiquement de la position du repos. Ici aussi on a une grande simplification pour $\varepsilon = n$, car dans ce cas les constantes de l'équation sont $A = 0, B = c$, ce qui donne pour l'équation elle-même

$$x = cte^{-\varepsilon t} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (24)$$

La courbe des déviations est concave à l'origine vers l'axe des abscisses, elle atteint au bout du temps $t_m = \frac{1}{\varepsilon}$ une ordonnée maxima égale à $x_m = \frac{c}{\varepsilon e}$ et au bout du temps $t_1 = \frac{2}{\varepsilon}$ elle a un point d'inflexion.

La courbe des vitesses commence en $t = 0$ avec l'ordonnée c, elle est convexe vers l'axe des abscisses jusqu'au bout du temps t_m où elle le coupe, elle atteint un maximum négatif au bout du temps t_i et a un point d'inflexion au temps $t_{i_1} = \frac{3}{\varepsilon}$.

Ces différents intervalles de temps forment, comme nous l'avons observé plus haut dans un autre cas, une progression arithmétique.

Forme du mouvement apériodique d'un aimant sous l'action d'un courant constant ou d'un courant variable.

Si l'aimant se déplace sous l'influence d'un courant de l'intensité I et d'une durée prolongée agissant sur lui à l'origine du temps et tend à une nouvelle position d'équilibre sous l'action combinée de ce courant et de la force directrice magnétique, l'équation différentielle du mouvement devient

$$\frac{d^2x}{dt^2} + 2\varepsilon \frac{dx}{dt} + n^2 x = k,$$

dans laquelle la constante k représente une force soumise aux conditions qui régissent la proportionnalité de la force directrice et de la déviation de l'aimant, mais indépendante de cette dernière, divisée par le moment d'inertie. L'intégrale complète est alors

$$x = \frac{k}{n^2} + e^{-\varepsilon t}(Ae^{-rt} + Be^{rt})$$

En posant pour $t=0$,

$$x = 0 \text{ et } \frac{dx}{dt} = 0,$$

on obtient

$$A = \frac{k}{n^2} \cdot \frac{\varepsilon - r}{2r}, \quad B = -\frac{k}{n^2} \cdot \frac{\varepsilon + r}{2r}.$$

Si l'on désigne par H la composante horizontale du magnétisme terrestre, par m le moment magnétique de l'aimant pour des forces parallèles et si l'on remarque que

$$n^2 = \frac{mH}{M} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots \quad (25)$$

on a :

$$\frac{k}{n^2} = \frac{\mu I}{mH}$$

mettant dans l'intégrale les valeurs de A, B et $\frac{k}{n^2}$ il vient :

$$x = \frac{\mu I}{mH}\left[1 - e^{\frac{-\varepsilon t}{2r}}\left\{(\varepsilon + r)\, e^{rt} - (\varepsilon - r)\, e_1^{-rt}\right\}\right] \ldots (26)$$

Le mouvement s'accomplit donc, suivant ce qu'on pouvait prévoir, comme dans le cas où l'aimant tombe d'une certaine hauteur, à cela près que le point O' remplace la déviation ξ et la déviation constante $\frac{\mu I}{mH}$ le point O, cette dernière ne pouvant jamais être dépassée et ne pouvant être atteinte qu'après un temps infini.

Combinaisons diverses concernant la position et la vitesse de l'aimant ainsi que les forces qui agisssent sur lui.

Pour le cas où un courant donne à l'aimant une impulsion positive dans le cours de sa chute, on a de nouveau les formules (17) et (18) en changeant seulement le signe de c. L'aimant va plus loin dans son mouvement, puis revient et s'approche assymptotiquement du zéro.

L'aimant reçoit-il dans le cours de sa chute au temps t_1 en x_1 une impulsion qui lui communique une vitesse $\pm c$, il se produit une discontinuité dans le mouvement. Suivant que $\varepsilon >$ ou $= n$, x est exprimé par la somme des formules (5) et (23), ou par la somme de (12) et (24) il y a superposition des deux mouvements. Si c est négatif, le point O peut être dépassé.

Si le courant qui fait dévier l'aimant varie et que son intensité passe brusquement de I à I_1 l'aimant passe sans oscillations de l'ancienne position à la nouvelle, comme on le voit par deux équations faciles à établir.

(La suite à un prochain numéro.)

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

PHYSIQUE.

H. SCHNEEBELI. UEBER DEN STOSS ELASTISCHER KÖRPER, etc. SUR LE CHOC DES CORPS ÉLASTIQUES ET UNE ÉVALUATION NUMÉRIQUE DE LA DURÉE DU CHOC. (*Pogg. Ann.*, tome CXLIII, p. 239.)

Le choc a été longuement et diversement étudié, mais toujours au point de vue de son influence sur le mouvement des corps qui y prennent part et point sur la durée du contact. Ce dernier point a été jusqu'ici entièrement négligé; on s'était contenté d'admettre que la durée du choc était excessivement petite et difficile à mesurer. C'est précisément à l'étude de cette question que M. Schneebeli s'est consacré. Il y a appliqué une méthode imaginée pour ce genre de recherches par Pouillet et qui consiste à profiter de ce contact pour fermer un circuit galvanique et à déduire sa durée de l'intensité de la déviation galvanométrique produite par un courant connu qui parcourt le circuit pendant tout le temps que le contact persiste.

Il faut préalablement pour cela calibrer le galvanomètre, c'est-à-dire établir la relation existant entre la durée du courant que l'on suppose constant et la déviation qu'il produit sur l'aiguille du galvanomètre. M. Pouillet se servait à cet effet d'un interrupteur consistant en un disque en verre portant sur une de ses faces une lame métallique disposée suivant un rayon. Dans son mouvement de rotation, cette lame frottait légèrement contre un ressort métallique. Un des pôles de la pile étant relié à la lame, l'autre au ressort, on pouvait de la vitesse de rotation du disque et de la distance du ressort à l'axe déduire la durée du courant et mesurer pour différentes durées les déviations galvanométriques correspondantes. M.

Schneebeli a remplacé cette disposition par une autre consistant en un pendule métallique portant à sa partie inférieure un triple ressort; celui-ci venait frotter sur une lame d'acier horizontale fixée dans le même plan vertical que l'axe de rotation du pendule. Pour qu'il n'y eût pas de choc au moment du contact, une plaque de verre horizontale appliquée contre la lame d'acier du côté d'où arrivait le pendule, forçait le ressort à s'infléchir graduellement. Le pendule était relié à l'un des pôles de la pile, la lame à l'autre, et le galvanomètre à miroir et à règle de Meyerstein était introduit dans le circuit que parcourait le courant de un ou deux couples de Bunsen bien propres. La durée du contact dans cet appareil était inversement proportionnelle à la racine carrée de la hauteur de chute H du pendule. Or, en construisant la courbe dont les valeurs de $\frac{1}{\sqrt{H}}$ étaient les abscisses, et les déviations galvanométriques les ordonnées, l'auteur obtint une ligne droite passant très-sensiblement par l'origine, d'où il suit que: *la déviation de l'aiguille du galvanomètre est porportionnelle à la durée du courant qui la produit.*

Les intervalles de temps pendant lesquels on laissait agir le courant variaient entre 0,00015, et 0,00070 seconde. Cela étant, M. Schneebeli a étudié à l'aide de cette méthode les conditions dont dépend la durée plus ou moins prolongée du choc de deux corps élastiques. Il n'a opéré que sur une seule substance et a commencé par un cas simple, celui du choc sur une surface plane. Celle-ci était la base supérieure bien plane et polie d'un cylindre droit en acier de 2^m de long et 36^{mm} de diamètre solidement fixé et relié au galvanomètre. Le choc était toujours direct, central. Le corps choquant boule ou cylindre, était maintenu à un fil conducteur qui le reliait à la pile, et au delà, au galvanomètre. Le courant passant pendant le temps que persistait le contact, donnait dans la déviation galvanométrique produite une mesure relative de la durée de ce choc. L'auteur s'était préala-

blement assuré que la forme et les dimensions relatives des deux surfaces en contact n'exerçaient pas d'influence sensible sur la conductibilité du circuit partant, sur la déviation galvanométrique.

1° *Influence de la masse du corps choquant sur la durée du choc.* En faisant tomber sur le plan d'acier des cylindres également d'acier de même longueur, mais de diamètres différents, terminés tous à leur partie inférieure par des calottes sphériques identiques, il fut reconnu que: *la durée du choc augmente avec la masse du corps choquant et à peu près proportionnellement à cette masse.*

2° *Influence de la hauteur de chute du corps choquant.* Les expériences furent faites avec des boules d'acier et montrèrent que *lorsque la hauteur de chute augmente, la durée du choc diminue.*

3° *Influence du rayon de courbure du corps choquant.* On faisait tomber de la même hauteur sur le plan quatre cylindres de mêmes dimensions, de même masse, terminés seulement à leur partie inférieure par des calottes sphériques de rayons différents, et il fut démontré que *la durée du choc diminue quand le rayon de courbure du corps choquant augmente.*

4° *Influence de la longueur du corps choquant.* Avec des cylindres de même poids, terminés par des calottes sphériques identiques, mais de longueurs différentes, l'auteur trouva que: *la durée du choc augmente avec la longueur du corps choquant.*

5° *Choc entre deux boules identiques.* L'auteur distingue ici deux cas, celui où la boule choquée est suspendue librement, et celui où elle est appliquée contre la face verticale, cette fois, du cylindre d'acier.

Appelant a la durée du choc de la première boule contre le cylindre d'acier, b la durée du choc de la seconde boule contre l'autre lorsqu'elle est appuyée contre le cylindre, enfin c la durée du choc de la seconde boule contre la première, librement suspendue, on a:

$$b = 3\,a = 4\,c.$$

6° *Choc entre des corps de dimensions différentes suspendues librement.* De deux boules de dimensions différentes, l'auteur faisait frapper tantôt la petite contre la grande, primitivement immobile, tantôt la grande contre la petite, ou encore une boule contre le grand cylindre librement suspendu, puis le cylindre contre la boule et il reconnut que : *dans le choc de deux corps élastiques librement suspendus, il est indifférent pour la durée du contact que ce soit le plus grand ou le plus petit de ces deux corps qui choque l'autre.*

7° *Evaluation numérique de la durée du choc.* La durée du choc de deux corps élastiques est toujours très-courte ; pour en donner une idée M. Schneebeli cite l'évaluation qu'il en a faite dans un cas particulier : un cylindre d'acier du poids de 695 grammes tombant d'une hauteur de 33^{mm} sur la face du grand cylindre d'acier demeure en contact avec lui pendant un temps :

$$t = 0{,}00019 \text{ seconde.}$$

E. S.

H. Schneebeli. Stossversuche mit Kugeln, etc. Expériences sur le choc avec des boules de différents métaux. (*Poggend. Ann.*, tome CXLV, page 328 ; traduction.)

Dans une communication antérieure sur le choc des corps élastiques [1] j'ai recherché les conditions du choc dans le cas d'une seule et même substance placée dans des conditions différentes. La substance employée était de l'acier dur comme du verre, qui est un corps élastique au plus haut degré. Je déterminai qualitativement dans quel rapport la durée du choc dépendait de la masse, de la longueur et de la hauteur de chute du corps choquant.

Dans la présente note, je communique les résultats que j'ai obtenus pour le choc avec des boules de différents métaux.

La méthode d'expérimentation était la même que celle

[1] Voyez l'article précédent.

que j'ai décrite dans mon précédent travail. Les boules avaient toutes le même poids et tombaient de la même hauteur sur la face plane bien polie et dure comme du verre d'un plot cylindrique en acier plein. Les boules n'ayant pas toutes le même rayon, il faudrait pour rendre les conditions égales, puisque la durée du choc dépend de la courbure de la surface, faire une correction. Des résultats qui ont été énoncés ailleurs, il suit que cette correction serait très-petite (plomb et zinc 2 ½ °/₀), et qu'en tout cas elle peut être négligée à côté des autres causes d'erreur que présentent ces métaux (limite d'élasticité dépassée).

En effet, même avec de très-petites hauteurs de chute comme celles que j'ai employées, environ 10^{mm}, les métaux les plus tendres subirent une petite déformation permanente qui complique le résultat. Pour rendre les expériences comparables entre elles, je faisais toujours frapper les boules par une nouvelle portion de leur surface.

Je commençai par rechercher l'influence que pouvait exercer sur la déviation de l'aiguille aimantée le courant thermoélectrique produit par le contact de métaux hétérogènes à des températures différentes. Lorsque la boule était mise en contact d'une manière prolongée avec la surface de choc, reliée comme elle à un galvanomètre, une faible différence de température (telle que celle résultant de l'échauffement de la main) suffisait pour faire faire à l'aiguille une oscillation de 100°. Mais lorsque la boule ne demeurait sur la surface de contact que pendant la durée du choc, il n'y avait aucun courant sensible, même lorsqu'elle rebondissait jusqu'à dix fois de suite sur la surface plane d'acier.

Pour démontrer néanmoins jusqu'à l'évidence qu'aucun courant thermoélectrique n'influait sur les expériences, la boule fut chauffée jusqu'à environ 200° avant qu'on lui fît produire le choc. Même dans ce cas il n'y avait rien de sensible au galvanomètre, quoique les chocs se succédassent rapidement. Les expériences avec la boule d'argent chauffée

furent répétées après l'introduction d'un élément hydro-électrique dans le circuit; il est clair que la durée du choc fut alors augmentée par l'échauffement de la boule; mais la plus grande déviation de l'aiguille ne doit pas dans ce cas être attribuée à un courant thermoélectrique, mais, comme on va le voir, à une diminution de l'élasticité par suite de l'élévation de température. On employa pour ces expériences des boules d'abord fondues puis tournées des métaux suivants :

Boule.	Coefficient d'élasticité E.
Acier.	19600
Cuivre............	10500
Zinc..............	8700
Laiton............	8540
Argent	7140
Étain.............	4000
Plomb............	1700

Je ne transcris ici que deux des très-nombreuses séries d'expériences que j'ai faites, et je rappellerai que les boules tombaient toutes de la même hauteur sur le plan d'acicr.

Boule.	Déviation au galvanomètre. 1re série.	2me série.
Acier........	72,5	84,2
Cuivre.......	94,2	115,0
Zinc.........	111,0	130,0
Laiton.......	110,5	127
Argent	112,0	130
Étain........	164	194
Plomb	270	320

La première série fut exécutée le 11 janvier et la seconde le 22 janvier.

Comme résultat général on peut déduire de ces deux séries que la durée du choc augmente lorsque le coefficient d'élasticité diminue. Un lien plus étroit se montre entre la

durée du choc et le coefficient d'élasticité lorsqu'on forme le produit de la durée du choc et de la racine carrée du coefficient d'élasticité de chaque boule. On obtient de la sorte le tableau suivant :

Boule.	Série I				Série II		
	$\sqrt{E}$	a	$a\sqrt{E}$	Corr.	a	$a\sqrt{E}$	Corr.
Acier....	140	72,5	101'5	+ 0,5	84,2	117,9	+ 2,1
Cuivre...	102	94,2	96,1	+ 5,9	115,0	117,3	+ 2,7
Zinc.....	93,3	111,0	103,6	— 1,6	130	121,3	— 1,3
Laiton...	92,4	110,5	102,1	— 0,1	127	117,4	+ 2,6
Argent..	84,5	112	94,6	+ 7,4	130	110,0	+10
Etain....	63	164	103	— 1,0	194	122	— 2
Plomb...	42	270	113	—11	320	134	—14
Moyenne...... 102,0					Moyenne 120,0		

De ce tableau nous sommes fondés à conclure que : *lorsqu'une série de corps élastiques viennent frapper la même surface élastique, les durées de choc sont inversement proportionnelles à la racine carrée de leur coefficient d'élasticité.*

Tous les métaux sur lesquels on a opéré se conforment à cette loi avec une approximation suffisante, excepté la boule d'argent et celle de plomb. Pour ce qui tient à la boule de plomb, le fait ne doit pas nous étonner, car l'élasticité du plomb est si faible, que même avec nos petites hauteurs de chute la limite d'élasticité est notablement dépassée. Quant à la boule d'argent, il faut admettre que son coefficient d'élasticité est sensiblement plus fort que celui de la matière sur laquelle a été faite la mesure de ce coefficient. Cette supposition n'est pas inadmissible eu égard aux divergences assez notables qui existent sur ce point entre les résultats de différents observateurs.

A. Mayer. Changement de la longueur d'onde d'un corps vibrant, par le mouvement. (*Philos. Magaz.*, avril 1872; *Naturforscher*, 1872, n° 25.)

Dans une courte notice M. A. Mayer, professeur à New-Jersey, décrit quelques expériences fort simples, montrant d'une manière élégante l'influence depuis longtemps connue du mouvement d'un corps vibrant sur la longueur d'ondulation du son qu'il rend.

Il se sert pour ces expériences de quatre diapasons donnant le même nombre de vibrations, par ex.: 256 à la seconde, et placés tous les quatre sur des caisses de résonnance; les deux premiers sont amenés à être absolument d'accord, le troisième par l'addition d'un morceau de cire à une de ses branches est arrangé de façon à donner deux battements dans la seconde, en vibrant avec les deux premiers, enfin le quatrième est au contraire limé à l'extrémité d'une de ses branches de manière à produire également deux battements à la seconde lorsqu'il vibre avec les deux premiers. Le troisième fait donc deux vibrations à la seconde de moins que les deux premiers, et le quatrième au contraire deux vibrations de plus.

Le premier diapason est placé entre une lanterne et un écran, une petite boule de liége est suspendue à un fil de soie à côté d'une de ses branches de manière à la toucher légèrement.

Exp. 1. Le deuxième diapason est tenu à la main à une distance de 30 à 60 pieds du premier et mis en vibration. Aussitôt la petite boule est projetée par le premier diapason qui se met alors à vibrer à l'unisson.

Exp. 2. Le deuxième diapason est enlevé de sa caisse de résonnance, on tient le diapason, mis d'abord en vibration, dans une main, la caisse dans l'autre. Puis, partant d'une distance de 30 pieds environ du premier diapason, on s'en rapproche rapidement; lorsqu'on croit se déplacer d'un mouvement régulier,

on met le deuxième diapason sur sa caisse et on l'en enlève avant de s'arrêter, dans le voisinage immédiat du premier. La petite boule de liége n'est pas déplacée dans cette expérience.

Exp. 3. Même expérience en n'enlevant pas le diapason de sa caisse avant de s'arrêter; la petite boule ne bouge pas tant qu'on est en marche, mais dès qu'on cesse de s'approcher du premier diapason, celui-ci se met à vibrer à l'unisson de l'autre ce qui se montre à la boule.

Les *expériences* 4 et 5 sont les mêmes que 2 et 3, seulement en éloignant le diapason II du diapason I au lieu de l'en rapprocher, le résultat est le même aussi.

Exp. 6. Le diapason III (deux vibrations de moins que I) étant enlevé de sa caisse, on approche cette caisse du diapason I et lorsqu'on est arrivé pour ce mouvement à la vitesse voulue (8 à 9 pieds par seconde), on repose III sur sa caisse, à l'instant la boule est projetée. Si on accelère alors ou qu'on ralentisse le mouvement, même encore si on l'arrête, il n'y a plus d'action de III sur I.

Exp. 7. Même expérience que 6, seulement avec le diapason IV qu'on éloigne au lieu de le rapprocher.

Exp. 8. Même expérience que 6, en renversant les rôles de I et III.

Exp. 9. Même expérience que 7, en remplaçant I par IV et IV par I.

L'auteur, après avoir décrit la forme si simple qu'il propose pour une expérience fondamentale de physique, que tout le monde pourra répéter avec la plus grande facilité, passe au calcul des vitesses qu'il faut donner aux diapasons mobiles. Le diapason I fait 256 vibrations à la seconde et III 254. Les longueurs d'onde correspondantes sont 4367 et 4401 pieds ; en admettant pour la vitesse du son à 60° F. (15° C.) 1118 pieds ; 256 vibrations dans 1118 pieds fait pour la longueur d'onde 4,367 pieds, et 254 vibrations dans 1118 pieds — deux long. d'onde = 1109,266 fait aussi 4367

pieds. La vitesse de propagation des vibrations et les longueurs étant les mêmes pour les deux diapasons, lorsque III est en mouvement, il suit que le nombre des vibrations qui dans une seconde atteignent un point donné est le même qu'elles partent d'un corps en repos donnant 256 vibrations ou d'un corps donnant 254 vibrations se déplaçant de deux longueurs d'onde soit 8734 pieds dans la seconde. M. Mayer applique ensuite le même ordre de considération à la lumière et montre qu'une étoile émettant des radiations qui correspondent à 590 billions de vibrations à la seconde doit s'approcher de l'œil avec une vitesse de 28,740 milles pour arriver à produire la couleur D (595 billions de vibrations).

E. S.

H. BUFF. UEBER DIE AUSDEHNUNGSWÆRME, ETC. SUR LA CHALEUR DE DILATATION DES CORPS SOLIDES. (*Pogg. Ann.*, tome CXLV, p. 626; traduction.)

L'augmentation de volume qu'un corps solide subit par réchauffement a la plus grande analogie avec l'extension produite par la traction d'un poids. Aussi est-on naturellement amené à rechercher la grandeur de la pression ou de la force d'extension que la chaleur exerce sur l'unité de surface ; on peut trouver la solution de cette question, si on possède outre le coefficient de dilatation d'un corps son coefficient de traction rapportés tous deux à l'unité de volume.

Or, on connaît le coefficient de traction d'un certain nombre de corps dans le sens de leur longueur, mais l'extensibilité ou la compressibilité de l'unité de volume n'ont été jusqu'ici que peu étudiées. Wertheim a démontré, il est vrai, ou du moins a fait admettre comme fort probable le fait que, pour les corps homogènes les coefficients d'extension ou de compression cubiques sont les mêmes que les coefficients d'extension ou de compression linéaires. Il a montré de plus que cette opinion était confirmée par les expériences de

M. Regnault sur la compressibilité du cuivre, du laiton et du verre.

La probabilité est aussi en faveur de l'exactitude de la loi de Wertheim. Car si les deux coefficients d'extensibilité linéaire et cubique n'étaient pas les mêmes, ce devrait être le cas aussi pour les deux coefficients d'élasticité et il s'en suivrait que la vitesse de propagation du son ne serait pas la même dans une tige et dans une boule, toutes deux d'une même substance, parfaitement homogène dans toutes les directions.

Étant donc admis que les deux coefficients d'extensibilité sont égaux, le coefficient d'extensibilité cubique du fer, par exemple, rapporté au millimètre comme unité de longueur est $\alpha=0,0000481$. C'est-à-dire qu'un cube de fer de 1 centim.[3] tiré sur ses six faces par une force extensive normale de 1 kil. par millimètre carré voit son volume s'augmenter de 0,0000481 centim. cube.

Le coefficient de dilatation cubique du fer entre 0° et 100° est, pour 1° C., $\beta=0,0000350$. Un centim. cube de fer passant de 0° à 1° augmente donc de 0^{centim},0000350. Pour produire la même augmentation de volume qu'une tension égale à 100 kil. répartie sur les six faces, il faut, par conséquent, une augmentation de température de $\frac{\alpha}{\beta} = 1°,374$.

Le travail mécanique que la chaleur produit dans cette élévation de température du cube de fer de 1°,374, correspond à l'effet nécessaire pour élever 100 kil. de 0,000081 centimètre, ou ce qui revient au même à un effet de 4,81 grammes centimètres. En effet, puisque chacune des trois faces du cube avance pendant la traction de $\frac{0,0000481}{3}$ centim. cela équivaut pour l'augmentation de volume à ce qu'une seule des trois faces avance de 0,0000481 centim.

L'expression de la quantité de chaleur qu'un centimètre cube de fer devra absorber, pour pouvoir produire ce travail, s'obtient en multipliant son poids en grammes $\delta = 7,757$ par

sa chaleur spécifique $s=0,1098$ et par $\frac{\alpha}{\beta}=1,374$. On prend alors pour unité la quantité de chaleur nécessaire pour élever 1 gramme d'eau de 0° à 1°.

La quantité ainsi obtenue $\delta\, s\frac{\alpha}{\beta}=1,170$ est la quantité de chaleur nécessaire pour donner à une masse de fer de 1 c.³ une force expansive produisant la même expansion qu'une traction de 100 kil. Il n'y a qu'une très-petite quantité de cette chaleur, qui soit employée à la dilatation elle-même ou à la production du travail évalué ci-dessus et qui devienne latente.

Prenons en chiffres ronds pour l'effet mécanique de l'unité de chaleur adoptée 42000 gr., et nous aurons pour le travail de 1,170 unités de chaleur 49140 gr. c. Le travail effectif de la chaleur dans le cube de fer qui se dilate est égal comme nous l'avons vu à 4,81 gr. c.

La quantité de chaleur employée à la dilatation du fer est donc à la quantité de chaleur totale absorbée comme 4,81 est à 49140, ou comme 0,98 est à 10000.

S'il s'agit simplement de déterminer ce rapport, dont la connaissance est suffisante pour la solution de différentes questions de physique théorique, il n'est pas nécessaire d'avoir de plus amples données sur ce coefficient d'extensibilité α, parce que celui-ci disparaît comme facteur commun au numérateur et au dénominateur de ce rapport.

Nous avons trouvé $49140 = 42000\,\delta\, s\frac{\alpha}{\beta}$ et $4,81 = 100.1000\,\alpha$ d'où :

$$\frac{4,81}{49140}=\frac{\lambda}{10000}=\frac{100000\;\alpha\beta}{42000\,\delta\, s\,\alpha}=\frac{\beta}{0,42\,\delta\, s},$$

et enfin pour l'expression de la quantité de chaleur transformée en travail

$$\lambda=\frac{10000\,\beta}{0,42\,\delta\, s}$$

Le calcul fait pour le cas particulier du fer fut exécuté de la même manière pour quelques autres corps. Les résultats obtenus sont consignés dans la dernière colonne du tableau ci-dessous, ces chiffres n'ont une exactitude suffisante que pour les températures ordinaires.

	α	β	δ	s	λ
Fer	0,0000481	0,0000350	7,757	0,1098	0,980
Cuivre	0,0000951	0,0000515	8,936	0,0949	1,446
Argent	0,0001401	0,0000573	10,301	0,0577	2,378
Or	0,0001791	0,0000466	18,035	0,0324	1,899
Platine	0,0000628	0,0000265	21,166	0,0324	0,920
Plomb	0,0005634	0,0000854	11,165	0,0314	5,800
Verre	0,0001451	0,0000262	2,446	0,1770	1,441
Eau à 16°	0,0045854	0,0001600	0,999	1,0000	3,810

Les chiffres portés au-dessous de λ donnent la quantité de chaleur devenue latente exprimée en dix millièmes de la chaleur totale absorbée. Cette portion n'est qu'une portion aliquote très-faible de la quantité de chaleur totale absorbée et cela non-seulement pour les corps solides, mais aussi pour l'eau. On s'explique de la sorte pourquoi l'on avait vainement essayé jusqu'ici d'élever la température d'un corps solide par compression. On comprend de plus pourquoi la chaleur latente d'extension exerce une si petite influence sur la chaleur spécifique des atomes des corps solides.

CHIMIE.

C. Rammelsberg. Sur les hypophosphites. (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1872, p. 492.)

Les hypophosphites, découverts par Dulong en 1816, ont été considérés longtemps comme renfermant un simple composé de phosphore et d'oxygène Ph^2O. Les recherches de H. Rose sur ces sels, en 1827, confirmées par celles de Wurtz en 1842, ont établi que l'acide hyposphoreux est un composé

plus complexe, renfermant de l'hydrogène, et que la constitution de ses sels est exprimée par les formules :

$$R'H^2PO^2 \quad \text{et} \quad R''H^4P^2O^4$$

Les sels de thallium, de calcium, de cadmium et de plomb ne renferment pas d'eau de cristallisation ; tous les autres en contiennent, mais la perdent complétement sans subir d'altération entre 100 et 200 degrés. Ceux de nickel et de cobalt seulement commencent à se décomposer de 130 à 140 degrés.

La décomposition des hypophosphites par la chaleur a été étudiée, mais très-incomplétement, par H. Rose. Il avait cru pouvoir conclure de ses expériences que cette décomposition les transforme en phosphates avec dégagement d'hydrogène phosphoré et d'eau, de telle façon que la moitié du phosphore serait chassée à l'état d'hydrogène phosphoré. Il avait toutefois constaté la formation d'hydrogène libre dont il attribuait la présence à une décomposition partielle de l'hydrogène phosphoré par la chaleur.

C'est principalement sur ce point qu'ont porté les nouvelles recherches de M. Rammelsberg, et il en résulte que le mode de décomposition de ces sels n'est pas le même pour tous, et qu'il ne se forme que très-rarement de l'eau et en très-faible proportion dans cette réaction.

Le résidu de la calcination est en général formé par un mélange de pyrophosphate et de métaphosphate dans la proportion d'une molécule de chacun d'eux pour les sels alcalins, deux molécules de pyrophosphate pour une de métaphosphate pour les sels de magnésie, de zinc et de maganèse. Ce rapport est de 3 : 1 pour les sels de strontium, calcium, cérium et cadmium, 4 : 1 pour le sel de plomb, et 6 : 1 pour le sel de baryte. Ce dernier cas est celui qui se rapproche le plus du mode admis par H. Rose, qui n'aurait dû fournir que des pyrophosphates.

Les hypophosphites de cobalt et de nickel laissent un mélange de pyrophosphates et de phosphures métalliques ; ces

derniers colorent ce résidu en noir et le rendent en grande partie insoluble dans l'acide chlorhydrique.

L'hypophosphite d'urane, dont la composition correspond à celle des autres sels de ce genre en y admettant la présence du radical uranyle, suivant la formule:

$$(U^2O^2)\ H^4P^2O^4$$

se décompose avec dégagement de chaleur et explosion; il ne se dégage que de l'hydrogène libre, et il reste un mélange de trois molécules de pyrophosphate et une de métaphosphate de protoxyde d'urane, et une de phosphure d'urane.

Le rapport entre les quantités de phosphore qui demeurent dans le résidu de la calcination et celles qui se dégagent varie considérablement, il est de:

5 : 1 pour le nickel et le cobalt;
3 : 2 pour le sodium, thallium, magnésium, zinc, manganèse;
4 : 3 pour le strontium, calcium, cérium, cadmium;
5 : 4 pour le lithium et le plomb;
7 : 6 pour le baryum.

Ce n'est donc dans aucun cas le rapport 1 : 1 anciennement admis.

Aucune trace d'eau ne se forme par la décomposition des hypophosphites des métaux alcalins ou magnésiens, ni de celui d'urane. L'hydrogène se dégage pour $^2/_5$ à l'état libre et $^3/_5$ à l'état d'hydrogène phosphoré. Les autres hypophosphites produisent en outre un peu d'eau, mais correspondant seulement à une faible fraction de l'hydrogène total.

L'auteur termine en rappelant, comme terme de comparaison, ses recherches sur la décomposition des phosphites par la chaleur. Dans ce cas il ne se dégage ni phosphore, ni eau, mais seulement de l'hydrogène libre, et le résidu est composé d'un pyrophosphate seul ou mélangé avec un phosphure.

E. PATERNO. SUR LA DÉTERMINATION DES POIDS MOLÉCULAIRES DES SUBSTANCES SALINES. (*Gazzetta chimica italiana*, 1872.)

M. Paterno expose l'importance que présenterait, pour la discussion des formules chimiques, la découverte d'une méthode propre à déterminer les poids moléculaires des substances salines, comme la loi d'Avogadro, relative aux densités de vapeur, permet cette déterminaison pour les substances volatiles.

Il croit avoir découvert cette méthode dans la décomposition électrolytique des composés, pensant que l'on peut admettre qu'un même courant décompose des quantités des divers composés proportionnelles à leurs poids moléculaires.

Il fait ressortir plusieurs conséquences auxquelles conduit l'adoption de cette théorie, et qui entraînent en particulier l'abandon de toutes les formules admises depuis quelques années pour les combinaisons des métaux et des radicaux monoatomiques (chlorures, azotates alcalins, etc.).

Malheureusement il n'apporte aucune preuve expérimentale à l'appui de sa théorie, qu'il est forcé de reconnaître lui-même en contradiction avec les faits connus jusqu'ici. Car les recherches de Faraday, Matteucci et Becquerel semblent toutes amener à cette conséquence que la décomposition électrolytique de divers composés par un même courant met toujours en liberté des quantités équivalentes de l'élément négatif, et qui ne sont par conséquent nullement en rapport, dans beaucoup de cas, avec les proportions de cet élément contenues dans la molécule. Ainsi un même courant décompose les proportions suivantes de divers chlorures :

$$CuCl^2,\ Fe^{2/3}Cl^2,\ Sn^{1/2}Cl^2,\ Sb^{2/3}Cl^2,$$

quantités qui ne peuvent évidemment pas représenter une molécule de chacune de ces combinaisons.

L. Carius. Sur l'absorption de l'ozone par l'eau. (*Berichte der deutschen chemischen Gesellschaft*, 1872, p. 520.)

L'ozone a été généralement considéré comme insoluble dans l'eau; cependant M. Soret a signalé son absorption par ce liquide, mais on ne sait rien jusqu'ici de positif sur ce sujet.

Il est facile de s'assurer que l'eau dans laquelle on a fait passer de l'air ou de l'oxygène ozonisé en présente toutes les réactions. Elle décompose l'iodure de potassium, décolore l'indigo et le tournesol, colore en bleu la teinture de gaiac, transforme les protoxydes de thallium, de manganèse et de plomb en peroxydes; on réussit même quelquefois à déterminer par son action sur l'argent la formation du peroxyde de ce métal. L'auteur a constaté d'ailleurs que cette eau ne renferme ni eau oxygénée, ni acide nitreux libre ou combiné avec l'ammoniaque dont la présence eût pu expliquer une partie au moins de ces réactions.

La détermination du pouvoir d'absorption de l'ozone dans l'eau ne peut être faite avec exactitude, puisque l'on ne peut opérer que sur des mélanges où ce gaz n'entre que pour une proportion très-faible et qui n'est jamais bien constante.

L'auteur produisait dans ses essais l'ozone par la méthode de Soret, c'est-à-dire par l'électrolyse de l'acide sulfurique étendu et maintenu à une température voisine de 0 degré. Dans ces conditions la proportion d'ozone dans le gaz, déterminée par la décomposition de l'iodure de potassium, a été trouvée, dans deux essais de 0,93 et 1,21 volume pour 100 en supposant à ce gaz une densité égale aux $\frac{3}{2}$ de l'oxygène.

On a fait passer ce gaz pendant deux à trois heures dans de l'eau maintenue entre 2 et 4 degrés, puis on l'a soumise à l'analyse et trouvé qu'elle contenait par litre dans 3 expériences:

0,0109	grammes d'ozone, soit	5,11 cent. cubes
0,0091	» »	4,24 »
0,0083	» »	3,86 »

L'auteur a soumis également à l'analyse l'*eau ozonisée* fournie par la fabrique de MM. Krebs, Kroll et Cie de Berlin pour les usages de la médecine; il y a trouvé de 4,06 à 4,45 cent. cubes d'ozone par litre, elle ne renfermait également ni eau oxygénée, ni acide nitreux ou nitrique.

MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

A. D'ACHIARDI. MINERALOGIA, etc. MINÉRALOGIE DE LA TOSCANE. 1872, vol. I, 272 pages.

Il est peu de pays aussi riches en minéraux que la Toscane; il en est peu surtout où ces richesses naturelles aient été exploitées dès la plus haute antiquité. Mises aux services des arts, elles ont été rendues célèbres par eux. La variété des métaux, des travertins, des marbres et des albâtres leur ont donné une réputation méritée. M. d'Achiardi a entrepris la description de ce pays privilégié à ce point de vue.

Le premier volume de cet ouvrage a seul paru. Il renferme la description : 1° des corps simples, de leur mode d'origine et d'association; ce sont les métalloïdes, le soufre, le graphite et le charbon ; les métaux, l'argent, le cuivre, le mercure, l'or et le fer ; 2° les minéraux composés à élément électro-négatif monoatomique, les chlorures et les fluorures (sel gemme et fluorine) et ceux à élément électro-négatif biatomique ; cette division est la plus nombreuse, elle renferme les oxydes et les sels, carbonates, sulfates, borates, phosphates et arséniates.

Tous ces minéraux toscans sont complétement décrits, ainsi que leurs formes cristallines, leur composition et leurs gisements. L'auteur a eu soin, pour compléter les notions contenues dans son travail, de faire connaître les ouvrages déjà fort nombreux sur l'étude des corps inorganiques de la Toscane, dans lesquels on a précédemment parlé des minéraux dont il s'occupe.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Th. Eimer. Nesselzellen und Samen bei Seeschwæmmen. (*Archiv für mikroskopische Anatomie*, vol. VIII, 2me cahier, 1872.)

Les recherches faites dans ces dernières années sur les spongiaires ont amené à reconnaître des affinités frappantes entre ces animaux et les cœlentérés; cependant certaines différences importantes dans l'organisation, et, en particulier, dans la structure histologique, arrêtaient encore récemment ceux qui auraient été le plus disposés à réunir ces deux groupes. M. Häckel disait en 1869: « *L'absence complète des organes urticants chez tous les spongiaires*, la présence constante de ces mêmes organes chez tous les coralliaires, les hydroméduses et les cténophores constituent aujourd'hui *le seul caractère morphologique*, qui sépare d'une manière nette et tranchée la première de ces classes des trois autres. J'ai, en conséquence, proposé déjà dans ma monographie des Monères, et plus tard dans ma « Natürliche Schöpfungsgeschichte » de réunir ces trois dernières classes sous l'ancien nom d'Acalèphes ou *Cnidæ* (animaux urticants). »

Malgré l'existence de ce caractère différentiel, l'idée que les spongiaires ne sont qu'un groupe inférieur des cœlentérés avait gagné du terrain; ainsi, M. Claus, dans la seconde édition de son traité de zoologie, divise l'embranchement des cœlentérés en trois classes, qui sont celles des *Spongiæ*, des *Anthozoa* et des *Ctenophoræ.* Ce rapprochement, qui pouvait paraître hasardé, vient d'être confirmé d'une manière éclatante par la découverte, due à M. Eimer, des organes urticants chez les spongiaires. Ce naturaliste a observé des organes de cette nature dans un certain nombre d'éponges siliceuses, plus ou moins voisines des *Reniera*.

Dans une première espèce à sarcode remarquablement visqueux, les cellules urticantes se trouvent disséminées sans

ordre bien régulier, mais cependant fréquemment autour des spicules et entourant le plus souvent dans toute leur étendue les ouvertures qui donnent accès aux courants afférents. Elles recouvrent en quantité particulièrement considérable la cavité stomacale. Il semble, par contre, qu'elles manquent à la surface de l'animal. Leur forme est ovoïde-raccourcie comme chez beaucoup de cœlentérés. Entre celles qui sont complétement développées, on trouve de nombreuses cellules en voie de formation.

La seconde espèce, qui a présenté des cellules urticantes, a des oscules s'ouvrant le plus souvent sur des éminences papilliformes et conduisant dans des canaux revêtus d'une membrane extrêmement distincte. C'est cette membrane qui est garnie de cellules urticantes à tous les degrés de développement : elles sont plus sphériques et un peu plus petites que chez l'espèce précédente. Là où les canaux aboutissent à la surface extérieure du corps, elles font place à des cellules ordinaires.

Une troisième espèce d'éponges à cellules urticantes se rapproche beaucoup de la précédente, mais elle en diffère par l'absence d'une couche cutanée et par la nature de ses spicules. Les canaux, servant au passage des courants efférents, ont la même largeur et la même disposition que chez la précédente, sauf qu'ils ne sont revêtus que d'une membrane très-délicate, dont l'on a même souvent de la peine à constater l'existence. Cette membrane porte des cellules urticantes et des cellules de formation à tous les degrés de développement, mais les cellules urticantes sont extrêmement rares au milieu des autres. Cette espèce, qui fait ainsi un passage entre les éponges à cellules urticantes et celles qui manquent de ces organes, peut être considérée comme un arrêt de développement de la précédente.

La quatrième forme n'a aucune trace de membrane tapissant les tubes qui servent de passage aux courants efférents. Son tissu est, chez la plupart des individus, encore plus délicat que celui de la précédente, dont elle diffère aussi par

ses spicules. Elle est ordinairement incolore; toutefois l'on trouve des individus qui ont une coloration d'un bleu-rougeâtre et de ceux-ci l'on passe à d'autres qui sont d'un bleu-violet. Parmi un grand nombre d'exemplaires de la variété bleuâtre, M. Eimer en a trouvé qui étaient remplis de cellules urticantes d'un type tout différent de celui qu'il avait observé chez les autres espèces, mais portant, comme les autres, de très-longs fils. Les cellules urticantes ne couvrent pas seulement ici la surface interne des tubes efférents; elles sont répandues dans toute l'éponge, avec leurs nombreuses cellules de formation à tous les degrés de développement. L'on peut constater nettement sur ces dernières que la partie essentielle de la cellule urticante, c'est-à-dire l'organe urticant naît du noyau. Les différents individus ne présentent pas ici l'uniformité que l'on observe dans les espèces précédentes; on voit varier de l'un à l'autre le rapport numérique des cellules en formation et des cellules formées. Chez certains, l'on ne trouve que des cellules en formation; chez d'autres, ainsi par exemple dans la variété incolore, on ne trouve plus même celles-là.

M. Eimer fait remarquer que, tandis que Leuckart et Häckel pensent que c'est par les éponges calcaires qu'a lieu le passage des spongiaires aux coraux, la découverte des cellules urticantes révèle une affinité remarquable entre les éponges siliceuses et les cœlentérés.

Outre ces détails sur les organes urticants, l'auteur communique le résultat de ses observations sur la nourriture des éponges, qui se compose de petits crustacés, comme celle de certains polypes, et sur l'existence chez ces animaux de zoospermes inconstestables. Ce n'est pas la première fois que l'on signale la présence de zoospermes chez des éponges. Des corps de cette nature ont été trouvés par Lieberkühn chez les Spongilla, et d'autres naturalistes en avaient indiqué chez des éponges marines. Mais plusieurs de ces observations étaient contestées; on supposait que, dans certains cas au moins, des cellules flagellées ou des infusoires avaient été

pris pour des zoospermes. M. Eimer figure des zoospermes parfaitement caractérisés, qu'il a observés dans de nombreuses éponges gélatineuses, siliceuses et calcaires. On trouve, disséminées dans les tissus, des balles sphériques ou ovalaires, dont la surface paraît granulée. A un très-fort grossissement, on reconnaît que ces granules sont dus à des myriades de têtes de zoospermes qui ont leur queue tournée en dedans. Lorsque cette balle a été rompue, on voit que la tête du zoosperme porte un prolongement antérieur ou bec (Schnabel) assez développé et plus foncé que les autres parties de la tête. Sauf la plus grande longueur de ce prolongement, la tête a tout à fait la forme de celle des zoospermes de l'homme. La queue est d'une ténuité extrême ; on ne peut l'apercevoir qu'avec un objectif très-puissant, tel que le 10 à immersion de Hartnack, et encore est-il impossible de la suivre dans toute sa longueur. On en voit cependant une assez grande partie pour s'assurer que chez les zoospermes mûrs elle est d'une longueur exceptionnelle ; souvent on peut compter 150 μ. Ces zoospermes naissent de cellules à noyaux distincts, et M. Eimer a cru reconnaître que la tête se forme aux dépens du noyau, tandis que le filament naît du protoplasma. Il a toujours trouvé avec ces zoospermes de nombreux œufs ; aussi considère-t-il les éponges comme hermaphrodites.

En même temps que M. Eimer étudiait les éponges à Capri, M. Häckel s'occupait aussi de ces animaux sur la côte de Dalmatie et s'assurait également de l'existence de zoospermes et d'œufs chez les éponges calcaires et siliceuses [1]. Les résultats de ses recherches ont même été publiés un peu avant le mémoire de M. Eimer. Ce dernier pense toutefois que Häckel, comme Huxley et Lieberkühn, n'ont pas eu sous les yeux des zoospermes complétement développés, mais seulement des formes peu avancées de ces éléments.

[1] *E. Häckel*, Ueber die sexuelle Fortpflanzung und das natürliche System der Schwämme. — Jenaische Zeitschrift, vol. VI, 4me cahier.

Comme Häckel a cependant observé une fécondation directe, M. Eimer émet la supposition qu'il y aurait des éponges chez lesquelles les zoospermes s'arrêteraient à une des phases inférieures de leur développement (?). A. H.

Dr Angel Marvaud. Effets physiologiques et thérapeutiques des aliments d'épargne ou antidéperditeurs (alcool, café, thé, coca, maté, etc.). Paris, J.-B. Baillière et fils, 1871.

Dans ce travail, l'auteur résume d'abord avec détails les faits principaux concernant la fonction de nutrition, ainsi que les travaux entrepris avant lui sur les substances qu'il étudie expérimentalement.

Son but est de démontrer que *l'alcool, le thé, le café, la coca* et *le maté,* dont l'usage et le choix varient selon les divers peuples, jouent un rôle important dans la nutrition. Toutes ces substances en effet s'opposeraient à la désassimilation organique, modéreraient la combustion vitale et pourraient par conséquent être classées parmi les aliments d'épargne. Leur action se révèle:

1° Par une proportion moins considérable de principes éliminés par les urines (urée, acide urique);

2° Par la diminution de l'acide carbonique dans les gaz expirés;

3° Par un abaissement de la température animale.

C'est surtout au moyen d'expériences faites sur lui-même que M. Marvaud arrive à ce résultat qui confirme des opinions semblables émises avant lui par plusieurs expérimentateurs relativement à quelques-unes de ces substances (de Gasparin, Gosse, Jousand, Bouchardat, Payen, Sée, Rabuteau, etc.).

Se soumettant pendant une série de jours à une alimentation aussi régulière et aussi identique que possible, l'auteur en analysant ses urines peut obtenir une moyenne qui lui sert de base de comparaison pour se rendre compte de la proportion d'urée éliminée par lui à l'état normal; ajoutant en suite à

son régime une plus ou moins forte proportion de ces diverses substances, l'auteur voit diminuer la proportion de l'urée excrétée et en conclut que toutes ces substances jouent le rôle d'aliments d'épargne ou antidésassimilateurs; il les classe d'après cette propriété dans l'ordre suivant: *alcool, coca, café, thé, maté.*

M. Marvaud étudie aussi leurs effets sur la calorification, la circulation, etc. Nous ne pouvons le suivre dans tous les développements qu'il donne à cette question. Nous nous contenterons de résumer ses principales conclusions.

L'*alcool*, le *café*, le *thé*, le *maté*, la *coca* jouissent de propriétés physiologiques et thérapeutiques incontestables.

Leurs propriétés physiologiques consistent:

1° Dans l'excitation générale du système cérébro-spinal et par suite des fonctions de la vie de relation.

L'alcool agit directement sur l'appareil sensitif de la moelle et indirectement sur l'appareil moteur.

La coca agit directement sur l'appareil moteur qu'elle excite à la façon des strychnées.

Le café, le thé et le maté agissent principalement sur le cerveau.

L'alcool et la coca doivent être envisagés comme des boissons musculaires, contrairement au café, au thé et au maté qui sont des boissons intellectuelles.

Les premiers excitent au travail des muscles, les seconds au travail de la pensée.

2° Dans un ralentissement de la désassimilation et dans un abaissement de la chaleur organique.

On s'explique ainsi comment ces substances excitent au travail et à la veille, comment elles suppléent en partie aux aliments, et comment elles modèrent la combustion vitale? De là leur consommation et leur extension progressive dans le régime journalier, de là leur utilité dans l'alimentation et leur rôle important en hygiène.

L'abus de ces aliments a deux principaux inconvénients:

1° Par l'excitation qu'ils déterminent sur le système ner-

veux, ils peuvent produire la fatigue, l'affaiblissement et même l'inertie de ce système;

2° Par l'obstacle qu'ils opposent à la désassimilation et par le ralentissement qu'ils produisent dans les phénomènes de combustion, de transmutation et de décomposition indispensables à la vie, ils peuvent causer l'arrêt, la suspension ou même la suppression complète des actes nutritifs qui se passent au sein des éléments cellulaires et produire consécutivement l'engourdissement, la torpeur, l'atonie, la dégénéressence graisseuse et la nécrobiose de ces éléments.

Ainsi s'expliquent l'alcoolisme, le caféisme, le théisme, le cocaïsme.

Leurs propriétés thérapeutiques découlent de leurs effets physiologiques; la médecine peut en tirer parti comme: 1° excitants du système nerveux; 2° anticalorifiques; 3° antidéperditeurs.

D^r P.

Hermann AUBERT. UEBER DEN COFFEINGEHALT, etc. DE LA CAFÉINE CONTENUE DANS LE CAFÉ ET DE L'ACTION PHYSIOLOGIQUE DE LA CAFÉINE. (*Pflüger's Archiv*, juin 1872, t. V, p. 589.)

Les recherches publiées dans ce mémoire avaient été entreprises par M. Aubert en commun avec le Dr Hasse [1] qui en publia un résumé dans sa thèse.

L'auteur de ce mémoire cherche d'abord à se rendre chimiquement compte de la proportion de caféine et de théine que contient une tasse de café ou de thé, et arrive à des résultats un peu supérieurs à ceux de ses prédécesseurs. Pour lui, une tasse de café formant une infusion de 16.75 gr. de grains secs de café, contient environ de 0,1 gr. à 0,12 gr. de caféine; une infusion de 5 à 6 gr. de feuilles sèches de très-bon thé contient environ de 0,1 gr. à 0,12 gr. de caféine.

Dans de nombreuses expériences entreprises sur la caféine, il étudie l'effet de cet alcaloïde sur les nerfs, les muscles, les

[1] *Hasse*, Untersuchungen..... Recherches sur l'action de la caféine. Rostock, 1871.

mouvements respiratoires, le cœur et la circulation sanguine.

La caféine augmente l'excitabilité réflexe et peut produire le tétanos. Pour M. Aubert et la plupart des auteurs, sauf Johannsen, ce tétanos est un tétanos médullaire, car il ne se produit pas dans une jambe de grenouille dont on a sectionné les nerfs ischiadiques, et il a lieu dans un membre dont la circulation a été supprimée au moyen d'une ligature, avant l'injection sous-cutanée de caféine sous la peau du dos.

Une injection de 0,005 gram. faite sous la peau d'une grenouille, de 0,120 gram. faite dans la jugulaire d'un lapin, de 0,200, gram. dans la jugulaire d'un chien ou d'un chat produit le tétanos.

M. Aubert ne peut constater un affaiblissement de l'excitabilité des nerfs signalé par MM. Voit, Johannsen et d'autres ; pour lui l'excitabilité nerveuse est altérée, comme M. Leven l'a montré, dans le cas seulement où l'on plonge directement le nerf dans une solution de caféine.

L'excitabilité musculaire n'est pas non plus modifiée, à moins que la caféine ne soit placée sur les muscles eux-mêmes. L'auteur n'admet pas que la caféine produise, comme l'avaient dit MM. Johannsen, Voit, et après eux MM. Buchheim et Eisenmenger [1], une notable modification de la contractilité musculaire.

[1] *Buchheim* et *Eisenmenger*, Einfluss....... De l'action de certains poisons sur la courbe de contraction musculaire de la grenouille. (Beiträge zur Anat. und Physiol., von Eckhard. Giessen, 1870.) — Mes recherches sur les effets physiologiques de la vératrine (Comptes rendus de la Société de Biologie, décembre 1866, résumées dans les Archives (Bibl. Univ.), tome XXX, 1867, p. 266), et celles de Bezold (Unters. aus dem physiol. Labor. in Wurtzbourg, Leipzig, 1867) qui vinrent les confirmer engagèrent MM. Buchheim et Eisenmenger, comme ils le disent dans cet ouvrage, à rechercher si d'autres substances modifiaient comme la vératrine la contractibilité musculaire. Ils trouvèrent que plusieurs alcaloïdes, parmi lesquels la *caféine*, étaient capables de produire comme la vératrine une prolongation de la secousse musculaire, mais à un degré bien moindre et moins remarquable que la vératrine. Dr P.

Confirmant les expériences de Uspensky, l'auteur montre que la production de l'apnée au moyen de la respiration artificielle s'oppose au développement des convulsions produites par la caféine; c'est là un phénomène semblable à celui que M. Rosenthal montra le premier pour le tétons strychnique, et qui paraît devoir être appliqué à tous les tétanos produits par influence réflexe.

Quant aux doses nécessaires pour tuer un animal apnéisé, elles ont varié : tandis que, en effet, 3 gr. de caféine n'ont pas tué un chien de 10 kilogr. chez lequel on entretenait la respiration artificielle; d'autres chiens placés dans les mêmes conditions ont succombé après une injection de 0,25 gr. de caféine.

La caféine produit une augmentation de fréquence du pouls, une diminution de l'amplitude des pulsations pouvant se produire très-promptement (1 min. après l'injection) et pouvant déterminer immédiatement la mort du cœur.

De petites doses 0,1 gr. à 0,15 gr. injectées sous la peau ne produisent pas d'effet sur le cœur d'un lapin, tandis que une dose de 0,25 gr. de caféine amène une accélération des pulsations du cœur et des mouvements respiratoires.

L'augmentation de rapidité des battements cardiaques et l'élévation de pression artérielle qu'a constatées M. Aubert, peuvent selon lui être attribuées à une paralysie plus ou moins complète des nerfs qui se rendent des ganglions aux muscles du cœur, et à une excitation des appareils d'arrêt du cœur.

L'auteur ne peut admettre comme M. Leven que « la caféine donne au café ses principales qualités. » Il pense que l'action vivifiante du café qui donne à cette boisson une popularité légitime, n'est pas encore expliquée dans l'état actuel de la science.

L'auteur n'envisage point le café relativement au rôle que, selon les auteurs cités ci-dessus, il jouerait comme aliment d'épargne; nous avons cependant cru devoir rapprocher ces deux travaux qui se complètent l'un et l'autre. Dr P.

Francis Galton. Experiments....... Expériences relatives a la pangénèse. (*Proceedings of the Royal Society*, vol. XIX, n° 127, p. 393, 30 mars 1871.)

Dans cette communication M. Galton rend compte d'expériences contraires à la théorie de la pangénèse émise par M. Darwin dans son ouvrage sur *la variation des animaux et des plantes.*

La théorie de la pangénèse consiste, on le sait, à supposer que les innombrables cellules qui constituent les corps vivants sont elles-mêmes des organismes indépendants, capables de produire des gemmules qui, se répandant dans le sang, y circulent, s'y développent et sont capables de s'y reproduire par fissiparité.

Ces gemmules, par leur association, formeraient les éléments sexuels, elles pourraient rester fort longtemps à l'état latent sans se développer, se transmettant même d'une génération à l'autre et ne se développant que chez un descendant plus ou moins éloigné de celui qui aurait donné naissance à la gemmule. Ce serait à la présence de ces gemmules circulant dans le sang que serait due la tendance au retour à certains caractères typiques si fréquemment observés chez les animaux domestiques.

M. Galton a pensé qu'en transfusant le sang d'un animal de variété pure dans un autre appartenant à une autre variété pure, il pourrait introduire des gemmules en circulation dans le sang et modifier le type de l'animal opéré ou celui de ses descendants. Cette expérience fournirait ainsi un moyen de confirmer ou d'infirmer la théorie de la pangénèse avancée par M. Darwin.

C'est dans ce but que, s'adressant au secrétaire de la Société du Jardin zoologique de Londres, le Dr Sclater, M. Galton obtint du superintendant du Jardin, M. Bartlett, des lapins appartenant à des variétés pures et bien distinctes. Avec

l'aide du Dr Oscar Fraser il introduisit, au moyen d'une série de transfusions, une forte proportion du sang d'un lapin d'une variété dans les vaisseaux d'un lapin appartenant à l'autre variété.

Ces transfusions furent faites tantôt après défibrination du sang, tantôt, au contraire, en faisant passer directement, au moyen d'un transfuseur, le sang d'un vaisseau d'un lapin dans un vaisseau d'un autre lapin.

La transfusion fut renouvelée plusieurs fois chez le même sujet de manière à ce qu'une forte proportion du sang fût transfusée et qu'un grand nombre de gemmules pût être introduit avec le sang.

Un grand nombre de lapins de même variété pure qui avaient subi ces transfusions multiples furent croisés entre eux, et donnèrent toujours des produits semblables à eux et de variété pure. M. Galton n'observa aucun cas qui pût confirmer la pangénèse; il n'obtint jamais de trait de ressemblance avec l'autre variété de lapin qui avait fourni le sang de transfusion.

Cependant dans plusieurs cas il observa une stérilité plus ou moins complète ou de plus ou moins longue durée, et il se demande si ce phénomène est dû à une influence de pangénèse ou s'il ne résulte pas plutôt de l'affaiblissement inhérent à l'opération.

Les expériences de M. Galton l'amènent à conclure que, si l'hypothèse de la pangénèse est réelle, les gemmules ne sont du moins pas constamment en circulation dans le sang: si ces gemmules existent, leur séjour dans le sacg doit n'être que temporaire. Dr P.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE JUILLET 1872.

Le 7, entre 6 h. et 8 h. du soir, éclairs et tonnerres.

10, forte rosée le matin.

11 et 12, rosée le matin ; le 12 éclairs et tonnerres depuis 5 $^1/_4$ h. pendant toute la soirée ; les nuages orageux ont fait tout le tour de l'horizon et les plus fortes décharges ont eu lieu à 6 $^3/_4$ h. dans le passage d'un nuage orageux de l'Ouest à l'Est, au zénith de l'observatoire. A ce moment la foudre est tombée sur plusieurs points de la ville et des environs.

13, éclairs et tonnerres depuis 11 $^1/_4$ h. du matin jusqu'après midi ; l'orage passe du SO. à l'Est et les plus fortes décharges ont eu lieu un peu avant midi ; la foudre est tombée de nouveau sur plusieurs points de la ville et des environs.

17 halo solaire de 8 h. à 10 $^3/_4$ h.

18 de 8 h. à 9 h. du soir, éclairs et tonnerres : l'orage passe du Sud au Nord à l'Ouest de l'observatoire.

20, rosée le matin.

21, forte rosée le matin.

22 et 23, rosée le matin, le 23 de 8 h. à 10 h. soir éclairs à l'Est et au Sud.

29 à 8 h. soir éclairs au Sud ; plus tard tonnerres.

30 à 2 h. éclairs et tonnerres.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

		mm
Le	3 à 8 h. matin	730,26
	7 à 10 h. soir	725,43
	8 à 10 h. soir	727,07
	12 à 10 h. soir	729,66
	16 à 10 h. soir	727,34
	21 à 8 h. matin	730,63
	25 à 6 h. matin	726,76
	28 à 6 h. matin	729,44
	31 à 10 h. soir	724,18

MINIMUM.

		mm
Le	7 à 4 h. après m.	722,00
	8 à 6 h. matin	723,89
	10 à 6 h. soir	725,58
	15 à 6 h. soir	725,41
	17 à 2 h. après m.	725,16
	23 à 4 et 6 h. soir	723,50
	25 à 6 h. soir	724,23
	30 à 2 h. après m.	720,94

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation. Minim.	Fract. de saturation. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	o
1	726,52	— 0,90	+20,11	+ 1,94	+13,4	+27,5	9,97	—0,46	593	— 94	340	770	...	...	variable	0,50	20,6	+ 4,2	190
2	728,94	+ 1,49	+18,75	+ 0,52	+15,8	+23,7	9,58	—0,88	626	— 60	350	820	...	...	NNE. 1	0,56	20,8	+ 4,3	191
3	729,97	+ 2,49	+17,93	— 0,35	+11,2	+22,0	8,38	—2,11	570	—115	380	730	...	...	NNE. 1	0,49	21,0	+ 4,4	193
4	729,83	+ 2,32	+18,22	— 0,11	+13,8	+22,5	7,65	—2,87	527	—157	300	760	...	...	NNE 2	0,17	20,7	+ 4,0	194
5	728,65	+ 1,11	+18,21	— 0,17	+14,0	+23,2	8,20	—2,34	563	—120	340	680	...	...	N. 1	0,00	20,4	+ 3,7	195
6	724,91	— 2,66	+18,26	— 0,17	+11,0	+24,0	8,92	—1,64	593	— 90	400	770	...	...	N. 1	0,03	20,7	+ 3,9	195
7	723,56	— 4,04	+19,86	+ 1,38	+12,0	+28,4	10,72	+0,14	647	— 35	350	1000	...	...	variable	0,58	—	—	195
8	724,87	— 2,76	+16,04	— 1,48	+12,1	+20,7	12,54	+1,94	916	+ 34	790	950	27,8	21	S. 1	1,00	20,1	+ 3,1	195
9	726,22	— 1,44	+16,44	— 2,12	+13,2	+20,0	9,88	—0,74	731	+ 50	560	890	..	...	N. 1	0,71	20,0	+ 2,9	194
10	726,58	— 1,11	+17,62	— 0,98	+10,8	+23,1	9,85	—0,78	681	—	390	910	...	...	N. 1	0,18	20,1	+ 3,0	194
11	726,49	— 1,22	+19,59	+ 0,95	+12,9	+26,9	12,17	+1,53	716	+ 35	550	910	...	...	N. 1	0,02	20,8	+ 3,6	194
12	728,41	+ 0,68	+19,10	+ 0,43	+12,8	+25,5	13,14	+2,49	810	+130	440	980	8,5	1	N. 1	0,77	20,8	+ 3,5	196
13	728,09	+ 0,34	+18,99	+ 0,29	+16,7	+23,9	13,02	+2,36	816	+136	640	920	8,6	2	SSO. 2	0,60	20,8	+ 3,4	196
14	727,31	— 0,46	+17,70	— 1,02	+14,9	+21,9	8,09	—2,58	571	—109	380	650	...	...	SO. 1	0,54	—	—	197
15	725,95	— 1,84	+17,74	— 1,00	+15,7	+22,0	8,62	—2,06	605	— 74	410	710	...	...	variable	0,71	13,3	— 4,2	198
16	726,59	— 1,22	+18,07	— 0,69	+14,8	+23,5	9,26	—1,43	635	— 44	400	810	...	...	variable	0,66	13,2	— 4,4	198
17	725,74	— 2,09	+15,98	— 2,80	+11,0	+22,1	10,22	—0,48	772	+ 93	470	960	3,8	3	N. 1	0,78	14,8	— 2,9	...
18	726,47	— 1,38	+18,34	— 0,45	+14,8	+23,2	11,30	+0,59	743	+ 64	530	910	5,0	2	SSO. 1	0,88	16,0	— 1,7	...
19	729,50	+ 1,63	+18,48	— 0,31	+13,2	+23,1	10,51	—0,21	683	+ 5	450	820	...	...	N. 1	0,19	16,1	— 1,7	...
20	730,18	+ 2,29	+18,76	— 0,04	+12,2	+24,8	10,66	—0,07	677	— 1	450	860	...	...	N. 1	0,02	16,3	— 1,5	...
21	730,06	+ 2,15	+20,22	+ 1,42	+13,2	+26,0	12,03	+1,29	692	+ 14	470	860	..	...	NNE. 1	0,00	—	—	...
22	727,62	— 0,31	+21,31	+ 2,50	+15,3	+27,0	13,51	+2,77	725	+ 46	480	860	...	...	N. 1	0,12	20,2	+ 2,2	202
23	724,92	— 3,03	+22,57	+ 3,76	+15,3	+26,9	14,65	+3,91	726	+ 47	550	860	...	...	N. 1	0,27	21,5	+ 3,5	204
24	726,25	— 1,72	+23,55	+ 4,75	+18,5	+29,8	13,52	+2,78	647	— 32	440	820	...	...	variable	0,79	21,5	+ 3,4	206
25	725,85	— 2,14	+23,25	+ 4,46	+18,0	+28,9	13,83	+3,08	679	— 1	400	850	...	...	N. 1	0,03	22,7	+ 4,6	207
26	726,31	— 1,70	+24,21	+ 5,43	+18,5	+30,0	15,00	+4,25	691	+ 11	480	850	...	...	NNE. 1	0,20	22,8	+ 4,6	208
27	728,08	+ 0,05	+25,70	+ 6,93	+19,8	+31,7	14,85	+4,10	627	— 53	440	850	...	...	variable	0,00	22,9	+ 4,7	209
28	727,53	— 0,51	+25,65	+ 6,90	+20,0	+31,5	14,14	+3,39	609	— 72	370	900	...	...	variable	0,48	—	—	210
29	724,84	— 3,21	+23,79	+ 5,06	+20,5	+29,5	14,43	+3,68	689	+ 8	410	860	2,6	8	N. 1	0,76	19,9	+ 1,6	212
30	722,31	— 5,75	+17,46	— 1,24	+16,4	+23,8	13,61	+2,86	942	+260	590	1000	60,6	18	NE. 1	0,92	19,7	+ 1,3	213
31	723,49	— 4,58	+19,35	+ 0,68	+16,0	+24,4	14,75	+4,00	884	+202	680	950	1,6	2	NNE. 1	0,96	19,2	+ 0,8	228

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,28	727,43	727,53	726,93	726,53	726,34	726,37	726,88	727,37
2e »	727,73	727,80	727,66	727,42	727,06	726,83	726,93	727,38	727,99
3e »	726,83	726,86	726,53	726,10	725,59	725,12	724,89	725,19	726,14
Mois	727,27	727,35	727,13	726,80	726,37	726,07	726,03	726,44	727,17
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+14,64	+17,67	+19,47	+20,85	+22,13	+22,23	+21,41	+19,37	+16,79
2e »	+15,35	+18,22	+20,17	+20,25	+22,03	+22,04	+20,97	+18,63	+17,03
3e »	+18,41	+22,03	+23,68	+25,22	+26,21	+26,50	+25,31	+23,63	+22,08
Mois	+16,21	+19,40	+21,19	+22,21	+23,55	+23,69	+22,65	+20,65	+18,75
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	9,86	10,01	9,63	9,07	8,74	8,98	10,00	9,96	10,35
2e »	10,54	10,74	10,01	10,52	10,13	10,40	11,06	11,84	11,53
3e »	13,39	14,00	13,53	13,16	13,37	14,13	14,68	15,18	15,28
Mois	11,33	11,66	11,14	10,99	10,83	11,27	12,00	12,42	12,48
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	789	670	573	506	455	462	526	595	730
2e »	811	685	968	596	506	527	599	739	798
3e »	850	713	625	561	544	558	631	715	779
Mois	818	690	590	554	503	516	587	684	769

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+12,73	+23,51	0,42	+20,49	27,8	193,6
2e »	+13,90	+23,69	0,52	+16,90	25,9	196,5
3e »	+17,41	+28,14	0,41	+21,16	64,8	209,9
Mois	+14,77	+25,21	0,45	+19,52	118,5	200,5

Dans ce mois, l'air a été calme 0,00 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,78 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 6°,7 O., et son intensité est égale à 31,1 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE JUILLET 1872.

Le 1er, brouillard le soir.
2, brouillard le matin et le soir.
3, brouillard presque tout le jour.
4, brouillard le matin et le soir.
5 et 6, brouillard le soir.
7, 8 et 9, brouillard tout le jour ; le 9, grêle pendant quelques instants.
10, brouillard le matin.
12, brouillard depuis 10 h. du matin, éclairs et tonnerres à plusieurs reprises, de $2\,^1/_2$ h. à 3 h., à $5\,^3/_4$ h., et depuis 8 h. du soir de forts et fréquents coups de tonnerre du côté du Nord.
13, à $3\,^1/_2$ h. de l'après midi éclairs et tonnerres.
15, 16, 17 et 18, brouillard presque tout le jour ; le 18, dans l'après-midi, la glace a complétement disparu du petit lac près de l'hospice.
19, brouillard le matin.
22, brouillard le matin et le soir.
23, faible orage à $10\,^1/_2$ h. du soir.
24, à $4\,^1/_2$ h. du matin, faible secousse de tremblement de terre ; brouillard jusqu'à 6 h. du soir.
29, à $9\,^1/_2$ h. du soir, quelques coups de tonnerre du côté du Nord.
30, à $11\,^3/_4$ h. du matin, orage pendant un quart d'heure, brouillard depuis midi.
31, brouillard presque tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 10 h. soir	569,21	Le 6 à 8 h. soir	565,91
7 à 10 h. soir	566,95	9 à 6 h. matin	565,77
12 à 10 h. soir	571,14	16 à 6 h. matin	565,06
21 à 4 h. après m	572,40	23 à 6 h. soir	569,06
27 à 10 h. soir	574,24	30 à 10 h. soir	564,95
31 à 8 h. soir	567,10		

SAINT-BERNARD. — JUILLET 1872.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent		Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.	dominant.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.				
1	567,64	— 0,23	566,89	568,34	+ 6,17	+ 0,77	+ 3,5	+ 9,3	.....	.....	....	NE.	1	0,50
2	568,37	+ 0,44	568,10	568,81	+ 4,98	— 0,48	+ 2,9	+ 9,0	.....	.....	....	NE.	1	0,81
3	568,42	+ 0,44	567,81	568,84	+ 2,79	— 2,73	+ 0,9	+ 5,0	.....	.....	....	NE.	1	0,87
4	568,35	+ 0,32	567,92	569,21	+ 2,86	— 2,72	+ 0,6	+ 5,6	.....	.....	....	NE.	2	0,69
5	568,20	+ 0,12	568,01	568,40	+ 4,78	— 0,86	+ 1,2	+ 8,0	.....	.....	....	NE.	2	0,20
6	566,08	— 2,05	565,91	566,54	+ 6,67	+ 0,97	+ 3,9	+ 9,5	.....	.....	....	NE.	1	0,34
7	566,59	— 1,59	566,22	566,95	+ 6,89	+ 1,14	+ 3,8	+11,5	.....	.....	....	SO.	1	0,79
8	566,23	— 2,00	566,09	566,44	+ 2,65	— 3,15	+ 3,1	+ 3,8	.....	14,3.	....	SO.	1	0,91
9	565,83	— 2,44	565,77	566,02	+ 3,85	— 2,00	+ 3,0	+ 6,2	.....	8,3.	....	NE.	1	0,93
10	566,79	— 1,52	565,84	567,41	+ 4,82	— 1,08	+ 1,0	+ 7,6	.....	.....	....	NE.	1	0,30
11	568,93	+ 0,58	567,51	570,29	+ 9,40	+ 3,45	+ 5,5	+14,1	.....	.....	....	calme		0,52
12	570,72	+ 2,33	570,27	571,14	+ 9,45	+ 3,46	+ 7,0	+12,5	.....	3,2.	....	SO.	1	0,81
13	569,49	+ 1,06	568,41	570,74	+ 7,66	+ 1,63	+ 5,2	+11,1	.....	27,3.	....	SO.	1	0,76
14	566,38	— 2,09	565,94	567,07	+ 5,46	— 0,61	+ 3,0	+10,4	.....	.....	....	SO.	1	0,28
15	565,24	— 3,27	565,14	565,54	+ 3,43	— 2,68	+ 1,7	+ 6,8	.....	.....	....	NE.	1	0,86
16	566,08	— 2,47	565,06	566,88	+ 2,20	— 3,94	+ 1,2	+ 4,2	.....	.....	....	NE.	1	0,88
17	566,23	— 2,35	566,11	566,44	+ 5,64	— 0,53	+ 3,1	+ 9,0	.....	.....	....	SO.	1	0,70
18	566,69	— 1,92	566,04	567,48	+ 4,52	— 1,68	+ 2,4	+ 8,4	.....	4,7.	....	NE.	1	0,73
19	569,60	+ 0,96	568,20	570,56	+ 5,27	— 0,96	+ 2,5	+ 8,8	.....	.....	....	NE.	2	0,39
20	571,56	+ 2,89	570,64	572,35	+10,07	+ 3,81	+ 6,2	+13,8	.....	.....	....	NE.	1	0,00
21	572,10	+ 3,40	571,86	572,40	+10,76	+ 4,47	+ 7,5	+13,5	.....	.....	....	NE.	1	0,03
22	571,25	+ 2,52	570,91	571,67	+11,35	+ 5,04	+ 8,0	+14,4	.....	.....	....	NE.	1	0,56
23	569,41	+ 0,66	569,06	569,77	+12,15	+ 5,82	+ 9,7	+15,6	.....	.....	....	NE.	1	0,52
24	570,25	+ 1,48	569,85	570,69	+11,68	+ 5,33	+ 9,0	+15,2	.....	2,2.	....	NE.	1	0,69
25	570,25	+ 1,46	570,12	570,44	+13,05	+ 6,68	+ 8,8	+16,2	.....	.....	....	SO.	1	0,21
26	571,60	+ 2,79	570,66	572,34	+14,77	+ 8,39	+10,2	+18,8	.....	.....	....	calme		0,19
27	573,63	+ 4,80	572,71	574,24	+15,45	+ 9,06	+ 9,8	+20,2	.....	.....	....	SO.	1	0,18
28	572,78	+ 3,94	571,64	573,65	+16,04	+ 9,64	+13,2	+19,5	.....	.....	....	SO.	1	0,31
29	569,09	+ 0,24	568,16	570,48	+10,47	+ 4,06	+ 9,0	+13,4	.....	4,9.	....	SO.	1	0,86
30	565,84	— 3,02	564,95	566,79	+ 8,27	+ 1,86	+ 8,2	+10,6	.....	7,6.	....	SO.	1	0,83
31	566,36	— 2,51	565,54	567,10	+ 7,95	+ 1,54	+ 7,4	+10,6	.....	14,9.	....	SO.	1	0,84

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE JUILLET 1872.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	566,94	567,08	567,27	567,29	567,30	567,34	567,34	567,48	567,62
2e «	567,71	567,98	568,11	568,16	568,11	568,09	568,24	568,33	568,51
3e «	570 24	570,44	570,49	570,35	570,27	570,27	570,06	570,17	570,21
Mois	568,36	568,56	568,68	568,65	568,61	568,62	568,60	568,71	568,83

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 2,52	+ 4,38	+ 6,20	+ 7,01	+ 7,42	+ 6,69	+ 5,74	+ 4,43	+ 4,09
2e «	+ 3,93	+ 6,23	+ 7,98	+ 9,13	+ 9,38	+ 8,56	+ 6,94	+ 6,02	+ 5,28
3e «	+ 9,31	+11,52	+13,76	+14,45	+14,51	+13,87	+13,58	+12,25	+11,35
Mois	+ 5,38	+ 7,51	+ 9,46	+10,34	+10,57	+ 9,85	+ 8,91	+ 7,72	+ 7,05

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 2,39	+ 7,55	0,63	22,6	—
2e «	+ 3,78	+ 9,91	0,59	35,6	—
3e «	+ 9,16	+16,80	0,47	29,6	—
Mois	+ 5,24	+11,05	0,56	87,8	—

Dans ce mois, l'air a été calme 23,3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,83 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 25,8 sur 100.

* Voir la note du tableau.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XLIV (NOUVELLE PÉRIODE)

1872. — Nos 173 à 176.

Pages

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

PHYSIQUE.

CHIMIE.

MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

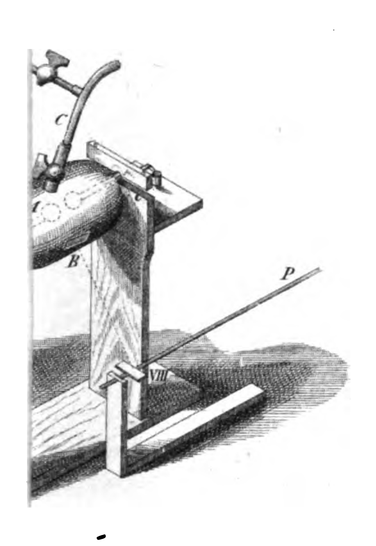
OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

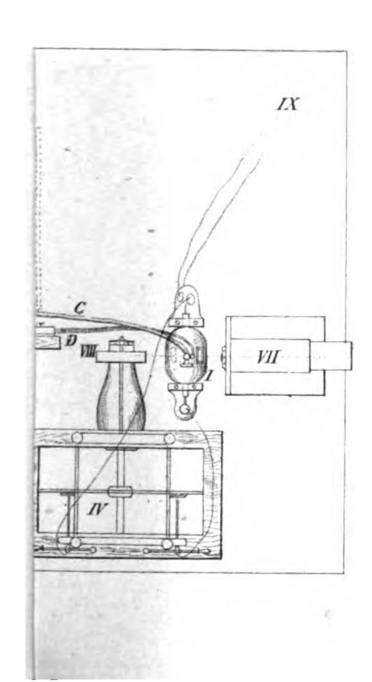
faites à Genève et au Grand Saint-Bernard

ERRATA. Numéro de Juin 1872.

Page 153, lignes 13 et 14, au lieu de : *Le maximum du courant, etc.*, lisez : *L'intensité du courant d'interruption est un peu augmenté dans le point maximum ; la courbe conserve du reste ses qualités.*

Pl. III.





ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

GENÈVE. — IMPRIMERIE RAMBOZ ET SCHUCHARDT

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ET

REVUE SUISSE

ARCHIVES

DES

SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

NOUVELLE PÉRIODE

TOME QUARANTE-CINQUIÈME

GENÈVE

BUREAU DES ARCHIVES, RUE DE LA PÉLISSERIE, 18

LAUSANNE
GEORGES BRIDEL
Place de la Louve, 1

PARIS
SANDOZ et FISCHBACHER
Rue de Seine, 33

Dépôt pour l'ALLEMAGNE, H. GEORG, A BALE

1872

CINQUANTE-CINQUIÈME SESSION

DE LA

SOCIÉTÉ HELVÉTIQUE DES SCIENCES NATURELLES

RÉUNIE A FRIBOURG

les 19, 20 et 21 août 1872.

Ce n'est pas ici le lieu de donner un récit détaillé de la belle réception que notre Société a trouvée, il y a quelques jours, dans l'antique cité de Fribourg. Ces réunions, du reste, se ressemblent toutes plus ou moins et c'est même ce qui en fait un des principaux charmes. Qu'elles aient lieu aux pieds du Jura, dans les hautes vallées des Alpes, sur le Rhin, au bord de la Murg ou sur les rives de la Sarine, elles rencontrent partout le même accueil sympathique et empressé de la part de la population, ce sont toujours les mêmes sentiments qu'apportent avec eux les nombreux amis de la science en Suisse, accourant de tous côtés pour mettre en commun le fruit de leurs travaux et resserrer des liens anciens de franche et loyale confraternité. Augmenter l'intérêt des populations pour les études scientifiques, établir des rapports intimes et familiers entre savants s'occupant des mêmes branches, favoriser enfin certains travaux d'ensemble s'étendant à tout le pays, tel est le but que se proposaient les fondateurs de la Société helvétique des sciences naturelles, et on peut dire que ce but est largement atteint. Notre Société, l'aînée de toutes les institutions du même genre qui se sont créées depuis un certain nombre d'années dans divers pays, a eu cer-

tainement une influence marquée sur le développement des sciences physiques et naturelles en Suisse. A en juger par le nombre toujours croissant de ses adhérents, son rôle est loin d'être terminé.

La réunion de cette année-ci, présidée par M. le docteur Thurler, a été nombreuse et animée, les séances ont présenté un intérêt véritable par la quantité et l'importance des travaux qui y ont été communiqués. La séance d'ouverture a eu lieu le lundi 19 août, on y a entendu outre le discours du président un certain nombre de rapports et de communications d'un intérêt plus général, les travaux spéciaux étant réservés pour les séances particulières des sections fixées au lendemain, enfin le troisième jour la session s'est terminée, suivant l'usage, par une assemblée générale dans laquelle furent faites encore quelques communications de nature à intéresser l'ensemble de la Société. Nous donnons dans les pages qui suivent un compte rendu succinct des travaux présentés dans le cours de la session, en les groupant suivant les branches de la science auxquelles ils se rapportent et sans faire de distinction entre les différentes séances.

Nous tenons à exprimer ici notre vive reconnaissance à nos hôtes Fribourgeois pour leur large et gracieuse hospitalité. Nous adressons aussi nos remerciements aux personnes qui ont bien voulu nous prêter leur concours pour les différentes portions de ce compte rendu, et parmi lesquelles nous citerons M. Gilliéron, qui s'est chargé de toute la partie géologique, ainsi que MM. Volpicelli, Galopin, Humbert, Forel, Lombard et Müller, qui nous ont fourni les notes nécessaires pour rendre cet exposé suffisamment complet.

PHYSIQUE.

M. *Volpicelli,* le célèbre professeur de physique à l'Université de Rome, communique une note sur l'électricité atmosphérique et la meilleure méthode à adopter pour l'étude de cette question [1].

Les physiciens ont employé deux méthodes d'expérimentation complétement différentes l'une de l'autre pour connaître à chaque instant la qualité et la quantité de l'électricité de l'atmosphère.

La première de ces méthodes, celle de Franklin, consiste dans l'emploi d'une tige métallique fixe et bien isolée, reliée à un électromètre au moyen d'un fil métallique.

La seconde, celle de Peltier, consiste à lancer dans l'atmosphère, quand on veut étudier son état électrique, une pointe métallique également reliée à un électroscope.

M. Volpicelli a fait des observations prolongées en employant simultanément ces deux méthodes différentes, et en choisissant pour cela des jours où l'atmosphère était suffisamment calme. Mais il les a toujours trouvées en contradiction pour ce qui regarde la quantité et souvent même pour ce qui a rapport à la qualité de l'électricité qu'elles indiquent. Il a reconnu que dans les jours où *l'air n'est pas trop agité,* dans des circonstances semblables et dans le même temps, la tige qui s'élève fournit une quantité d'électricité plus abondante que la tige fixe. Il a vu en outre la tige montante manifester de l'électricité positive quand la tige fixe donnait de l'électricité négative.

On voit que l'une ou l'autre de ces deux méthodes est

[1] La note qu'on va lire nous a été communiquée par l'auteur lui-même.

fausse, et il s'agit de reconnaître laquelle est la bonne. L'expérience a montré que la terre est un corps électrisé négativement. Il suit de là, par suite de l'influence électro-négative de la terre, que tout corps conducteur isolé s'électrise positivement lorsqu'il s'élève dans l'atmosphère et devient au contraire négatif quand il descend. Les indications données par une tige métallique lancée en l'air sont donc modifiées par l'influence de la terre et ne permettent pas de déterminer l'électricité de l'atmosphère ambiant qui est celle qu'on leur demande. La tige fixe de Franklin a au contraire l'avantage de n'être pas troublée dans ses indications électro-atmosphériques par cette influence.

On peut démontrer de diverses manières qu'un corps conducteur isolé donne de l'électricité positive lorsqu'il s'élève dans l'atmosphère, et de la négative lorsqu'il descend. Supposons, par exemple, que la tige fixe fournisse de l'électricité négative, on pourra alors amener sur cette tige une flamme et immédiatement l'appareil indiquera l'électricité positive. La flamme produit un courant d'air ascendant qui, par suite même de son mouvement et sous l'influence de la terre, donne de l'électricité positive neutralisant et au delà la négative de l'atmosphère jusqu'à charger positivement la pointe de la tige fixe.

Parfois, pour obtenir ce changement de l'électricité négative en positive, il est nécessaire d'avoir une flamme d'un haut pouvoir calorifique et alors on emploiera avec succès la flamme d'un éolipile à alcool.

Faisant ensuite descendre cette même flamme, après l'avoir fait communiquer avec le sol, on peut obtenir trois manifestations électriques différentes. Si la flamme n'est pas très-forte, on aura de l'électricité —; si la flamme est

plus chaude on n'aura point d'électricité du tout; si la flamme est très-intense on aura de l'électricité +. Ces trois différents effets s'expliquent facilement comme résultant de deux actions opposées, c'est-à-dire production d'électricité positive par le courant d'air ascendant et production de négative par suite de l'influence de la terre sur la flamme qui descend.

M. Volpicelli conclut de ses expériences que pour les recherches sur l'électricité de l'atmosphère la tige métallique fixe de Franklin, bien isolée, doit être préférée à la tige qui s'élève, et que cette dernière doit être même complétement abandonnée pour ce genre de recherches comme donnant des résultats faux.

M. *Müller*, professeur à l'Université de Fribourg, en Brisgau, rend compte des expériences qu'il vient d'exécuter au glacier inférieur de Grindelwald, sur les propriétés optiques de la glace des glaciers. Ses observations ont confirmé partiellement les résultats obtenus par MM. Grad et Dupré, savoir que des lamelles minces de glace coupées horizontalement au bas du glacier donnent dans l'appareil de Norremberg des systèmes d'anneaux colorés avec croix obscure. Cette propriété, du reste, ne se trouve que dans certains points isolés de la lamelle, encore les systèmes d'annéaux sont-ils toujours plus ou moins incomplets, ce qui s'explique suffisamment par la structure irrégulière de la glace des glaciers dans laquelle on ne peut nécessairement trouver que des traces lointaines du mode de formation primitif. Les tranches verticales n'ont jamais donné d'anneaux colorés.

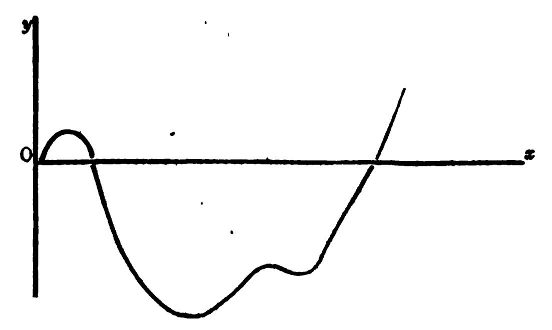
M. *Louis Dufour* communique les principaux résultats d'un important travail qu'il vient d'exécuter sur la diffusion des gaz à travers les parois poreuses et les variations

de température qui l'accompagnent. Il a étudié, entre autres, le cas de l'hydrogène et de l'air, de l'air et de l'acide carbonique. Il distingue dans ses recherches la diffusion à pression constante et la diffusion avec changement de pression. Le vase poreux renfermant le gaz à diffusion plus lente, l'air ou l'acide carbonique, par exemple, contient, en outre, un thermomètre très-sensible et plonge dans un vase fermé dans lequel on fait circuler l'autre gaz, l'hydrogène ou l'air. Un tube de verre traversant le bouchon qui ferme le vase poreux le fait communiquer tantôt avec l'air libre (pression constante), tantôt avec un manomètre; le tout est entouré d'une double enveloppe isolante de coton. On observe le thermomètre à distance à l'aide d'un cathétomètre.

1° Diffusion à pression constante. — Au début de l'expérience (nous considérons, par exemple, le cas de l'hydrogène et de l'air) on commence par amener de l'air autour de la paroi poreuse comme dans l'intérieur, pour établir l'équilibre de température; puis on fait circuler de l'hydrogène et on voit alors baisser le thermomètre dans l'intérieur de la paroi. Un grand nombre d'expériences ont montré qu'il y a toujours élévation de température du côté de la diffusion entrante et abaissement de température du côté où le gaz diffusant ressort de la paroi. M. Dufour croit que ce changement de température ne s'accomplit pas dans toute la masse gazeuse, mais seulement à la surface de la paroi poreuse; il se représente que du côté où le gaz entre il y a condensation, compression, partant développement de chaleur, et de l'autre, au contraire, expansion du gaz, par suite absorption de chaleur.

2° Diffusion avec changement de pression. — Dans ce

cas le phénomène est compliqué des variations que la température subit avec la pression. Lorsque le gaz diffusant entre dans le vase poreux, le thermomètre qui s'y trouve indique d'abord une petite élévation de température résultant d'une augmentation de pression rapide, il baisse après cela d'une quantité beaucoup plus grande (un dixième de degré, par exemple), recommence ensuite à monter lentement, baisse de nouveau par suite de la sortie de l'autre gaz et de la raréfaction qui se produit, puis monte enfin très-notablement conformément à ce qui a été observé plus haut dans le cas plus simple où la pression reste constante. La marche du thermomètre, dans ce second cas, est indiquée par la figure ci-jointe, les temps étant les abscisses et les températures les ordonnées.



M. Dufour a étudié en outre un cas nouveau, celui de la diffusion entre l'air sec et l'air humide. Il a reconnu qu'il y a toujours diffusion entre deux airs à des degrés d'humidité différents, et il a observé que, contrairement à ce qu'on aurait pu prévoir en vertu de la loi de Graham (la vapeur d'eau étant plus légère que l'air), cette diffusion a lieu de l'air sec à l'air humide. La loi de variation de la température dans ce cas est conforme à ce que M. Dufour avait observé précédemment dans le cas de deux gaz ; elle est

contraire à celle que ferait supposer un manomètre communiquant avec le vase poreux. La diffusion entre deux airs qui ne présentent pas le même degré d'humidité se démontre très-facilement à l'aide des expériences ordinaires avec l'emploi d'un manomètre à eau. Le phénomène est même si sensible que M. Dufour estime qu'il pourrait renfermer le principe d'un hygromètre. Il est en outre évident qu'il doit avoir de nombreuses applications dans le monde organique, car il doit déterminer constamment des courants gazeux à travers les parois poreuses des végétaux et des animaux.

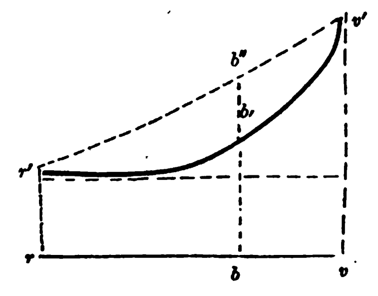
M. *Reichert* présente un nouveau thermorégulateur consistant essentiellement en un thermomètre à grand réservoir qui plonge dans un bain d'eau ou d'huile à maintenir à une température constante, l'ascension du mercure de ce thermomètre interrompant l'arrivée du gaz d'éclairage au brûleur à l'instant où la température dépasse la limite voulue.

M. *de la Rive* rend compte du travail qu'il a exécuté avec la collaboration de M. *Édouard Sarasin,* sur la rotation de la décharge électrique dans les gaz raréfiés sous l'influence d'un aimant et particulièrement sur l'action mécanique que peut exercer cette décharge dans son mouvement de rotation. Ce travail devant paraître prochainement dans les *Archives,* nous ne nous y arrêtons pas ici.

M. *E. Hagenbach,* de Bâle, expose les principaux résultats de ses belles recherches sur la fluorescence; nous n'insistons pas ici sur ce travail qui a déjà paru *in extenso* dans les *Annales de Poggendorff*[1], et que nous reproduirons dans un de nos prochains numéros.

[1] *Poggend. Annalen*, tome CXLVI, p. 65-90; p. 232-257; p. 375-406; p. 508-538.

M. *Mousson* décrit une méthode pour mesurer la dispersion dans les différentes parties du spectre fourni par un prisme ou un spectroscope quelconque. La dispersion varie, on le sait, dans les différentes portions du spectre obtenu avec un prisme, elle croit beaucoup moins rapidement dans le rouge, beaucoup plus rapidement dans le violet. La loi, suivant laquelle elle varie, change suivant les différents prismes et les différentes substances. M. Mousson propose un procédé fort simple à l'aide duquel on pourra déterminer directement cette loi pour chaque spectroscope. Elle consiste à observer avec ce spectroscope le spectre *r b v* donné par un réseau de diffraction dont les traits doivent être verticaux si les arêtes du prisme sont horizontales. On obtient ainsi un spectre curviligne *r'b'v'*; et on relève exactement cette courbe, qui est la représentation graphique de la loi cherchée.



Deux réseaux de diffraction croisés donnent par suite de considerations faciles à établir un spectre secondaire rectiligne *r' b'' v'*.

M. *Volpicelli* a fait dans la séance générale de clôture une communication sur l'induction électrostatique:

Lorsqu'une source d'électricité positive, par exemple, est mise en présence d'un cylindre métallique isolé, l'extrémité A de ce cylindre voisine de la source se charge

d'électricité négative et l'extrémité B d'électricité positive; un électroscope placé en A indique la présence de l'électricité par la divergence des feuilles d'or. Mais cette divergence, suivant M. Volpicelli (d'après une idée qui remonte à Melloni), n'est point due à la communication de l'électricité négative de A, mais bien à l'action directe de la source; car si l'on entoure les feuilles d'un verre mouillé, corps conducteur qui s'oppose à l'induction électrique, on voit la divergence diminuer considérablement; de plus, elle s'annulle entièrement lorsqu'on fait communiquer B avec le sol, ce qui, comme on le sait, augmente la tension électrique de A et devrait, par conséquent, augmenter la divergence, si la théorie généralement admise était vraie.

M. Volpicelli estime donc que la divergence montrée par les feuilles d'or appliquées à l'extrémité du cylindre métallique induit et isolé qui est la plus rapprochée de l'inductrice provient en *majeure partie* de l'induction appelée par Faraday *curvilinea* et le reste de l'électricité du même nom que l'inductrice. Il admet, en outre, que cette électricité induite de seconde espèce se trouve répandue partout sur le cylindre induit et isolé, comme on peut le démontrer d'une manière évidente avec un petit carreau d'épreuve. Enfin, il conclut encore que l'électricité induite de première espèce, c'est-à-dire celle qui est contraire à l'électricité inductrice, ne possède aucune tension.

M. Volpicelli fait aussi remarquer qu'il y a toujours quelques traces d'électricité à l'intérieur des corps électrisés, ce qui du reste est une conséquence nécessaire de la continuité qui se retrouve partout dans les phénomènes naturels.

GÉOLOGIE.

La géologie est maintenant la branche de l'histoire naturelle qui est la plus cultivée en Suisse. Malgré son peu d'étendue, ce pays offre un champ d'observations des plus variés dans ses chaînes du Jura et des Alpes; il est peu de questions importantes dont la solution ne puisse être cherchée dans ces montagnes; aussi trouve-t-on beaucoup de noms suisses parmi les savants qui ont fait successivement avancer cette science. Depuis plus de dix ans, les études géologiques ont reçu du reste une grande impulsion chez nous par les subsides que la Confédération leur accorde; chaque année une allocation de l'État favorise les recherches d'un certain nombre de géologues et l'étude d'une nouvelle partie du territoire. On sait que ces travaux sont publiés par les soins d'une Commission spéciale de la Société des Sciences naturelles; mais ce qu'on connaît peut-être moins, c'est le désintéressement avec lequel les membres de cette Commission s'acquittent de leur tâche. Ils cherchent à mettre une certaine unité dans les travaux; mais il n'y a dans leur sein aucune influence qui s'impose, aucune autorité qui cherche à faire prévaloir une théorie plutôt qu'une autre, ou à retirer quelque honneur de travaux faits par les géologues qui travaillent sous sa direction. Peut-être qu'on n'en pourrait pas dire autant de toutes les entreprises de ce genre, qui reposent sur la collaboration d'un grand nombre de travailleurs.

A la réunion de Fribourg la section de géologie a été aussi nombreuse que d'habitude; mais elle était sous l'impression d'un sentiment qui s'était déjà fait jour dans la séance générale et au banquet de la veille, celui de la perte de deux hommes qu'elle était habituée à voir ap-

porter la lumière dans les questions dont elle s'occupe: F.-J. Pictet, le paléontologiste éminent auquel nous devons de si magnifiques études, et Escher de la Linth, le stratigraphe habile et persévérant, qui publiait peu lui-même, mais qui ouvrait le trésor de ses observations à tout le monde avec la plus grande libéralité. En revanche, nous avions la joie de voir au milieu de nous deux doyens de la science, MM. Studer et Merian.

Nous commencerons ce compte rendu par les communications qui ont été faites dans les séances générales.

M. *Alph. Favre* a donné lecture de son rapport annuel sur l'étude du terrain glaciaire et la conservation des blocs erratiques en Suisse. Cette année il n'a reçu qu'un petit nombre de communications sur ce sujet; l'une d'elles se rapporte aux phénomènes erratiques des bords du lac des Quatre-Cantons, qui ont été étudiés avec beaucoup de soin, surtout sur les flancs du Righi; l'autre constate la présence d'un bloc de poudingue de Valorsine au-dessus de Châtel Saint-Denis, à une altitude de 1380 mètres, ce qui fixe la hauteur à laquelle le glacier du Rhône s'est élevé dans cette contrée. Une nouvelle lettre adressée par la Commission géologique aux gouvernements cantonaux afin de les engager à prendre des mesures pour la conservation des blocs erratiques remarquables, a reçu des réponses favorables d'un bon nombre d'entre eux. En outre M. Favre a indiqué de nouveaux blocs dont la conservation a été assurée dans le courant de cette année.

Vers la fin de la seconde séance générale, on a annoncé que M. *Studer* avait déposé un rapport sur les publications et les travaux relatifs à la Carte géologique de la Suisse; malheureusement le temps a manqué pour en donner lecture, et nous sommes ainsi obligés de le passer sous silence.

Dans la première séance, M. *V. Gross* a mis sous les yeux des assistants une série d'objets provenant des habitations lacustres du lac de Bienne, dignes d'attirer l'attention même des personnes qui ont vu les plus riches collections de ce genre. M. *Desor* a dit quelques mots sur les pièces les plus remarquables. Un mors de cheval presque complet provient de la station de Mörigen, qui était déjà connue et qui appartient à l'âge du bronze; jusqu'à présent on ne connaissait qu'un fragment d'une pièce pareille. Des incrustations en fer sur un couteau de bronze viennent confirmer ce que l'on savait déjà, savoir que, lors de son apparition, le fer était considéré comme un métal très-précieux. La station de Locraz (Lüscherz) de l'âge de la pierre a été découverte par M. Gross; elle a fourni des haches en néphrite et en jadéite d'une grandeur telle qu'on n'en a jamais rencontré dans les habitations lacustres. On sait que ces roches ne se trouvent pas en Europe; aussi on se demande s'il faut admettre que les lacustres les recevaient par un commerce avec l'Asie, ou si les rares instruments qui en sont faits étaient conservés avec soin dans les familles depuis l'époque de l'émigration.

Dans la première séance générale, et ensuite dans la section de géologie, M. *Henri de Saussure* a intéressé l'assemblée par son étude sur les effets de la dernière éruption du Vésuve et sur le Jorullo, où il a eu l'occasion de rectifier quelques-unes des observations faites par ses devanciers. Il nous serait difficile de reproduire ici les explications de M. de Saussure, qui ont été données sur des plans et des vues qu'une description ne saurait remplacer. Le cône existant avant la dernière éruption du Vésuve, a été en partie détruit, et il y a maintenant deux cratères,

dont l'un provient probablement d'un petit cône adventif, qui existait auparavant. Un autre effet de l'éruption a été la formation d'une fente qui coupe toute la montagne. Il résulte des études sur le Jorullo, volcan d'origine toute récente, que le soulèvement des roches préexistantes ne joue point de rôle dans la formation de ce genre de montagnes, et que leur masse tout entière provient des déjections sorties de l'intérieur de la terre. Ce que l'on avait pris pour des terrains soulevés n'est qu'une forme particulière de l'extrémité des courants de laves. Le cratère du Jorullo subit des effondrements que M. de Saussure a pu constater, en comparant l'état actuel avec les observations faites successivement par Humboldt et Schleiden.

M. *Gilliéron* a donné dans la séance générale une description géologique des Alpes de Fribourg. Quoique présentant des formations de même âge, les quatre chaînes qu'on y trouve ont des caractères pétrographiques et paléontologiques spéciaux, par conséquent lors du dépôt des couches, les changements dans la profondeur de la mer devaient être considérables en allant du nord-ouest au sud-est. L'auteur de la communication s'est encore attaché à montrer qu'il y a des terrains dont la faune présente les mêmes caractères que celles des formations de l'Europe centrale, tandis que d'autres faunes ne se retrouvent que dans les Alpes et les Carpathes, et peuvent porter le nom de méditerranéennes. Dans la section de géologie il a donné, à l'invitation de M. Desor, des détails plus spéciaux sur la position stratigraphique de calcaires et de schistes rouges dont l'âge est un objet de contestation; suivant lui ils ne peuvent appartenir qu'aux terrains crétacés, car dans les chaînes de la Berra et du Ganterist ils sont entre le néocomien et le flysch. M. P.

Merian a déjà rapporté à la craie un inocérame et une encrine de Wimmis, où les couches rouges sont dans une position stratigraphique moins claire.

M. *Desor*, qui a étudié dernièrement les échinides de ces assises, qu'on lui a envoyés de différents côtés, est en mesure d'affirmer qu'ils indiquent la présence de la craie supérieure; la détermination spécifique fût-elle contestable, et elle ne l'est pas pour tous, le fait qu'ils appartiennent aux genres exclusivement crétacés des Micraster et des Cardiaster, ne laisse pas de doute sur la classification du terrain qui les renferme.

M. *de Fischer-Ooster* demande si dans un des profils de M. Gilliéron il n'y aurait pas moyen d'admettre que le flysch indique le commencement d'une nouvelle chaîne, et de lui assigner ainsi une plus grande ancienneté. M. Gilliéron ne le pense pas, parce que cette formation est en forme d'U dans les couches rouges et le néocomien.

La section de géologie a eu deux séances le mardi et le mercredi matin, d'abord sous la présidence de M. Desor, puis sous celle de M. C. Brunner de Wattenwyl.

M. *S. Chavannes* a communiqué le résultat de ses recherches sur les gypses, les cargneules et les dolomies des Alpes vaudoises, dont il a fait une étude toute spéciale. Son exposé est accompagné d'une quantité d'échantillons qu'il met en circulation. Le gypse se présente sous les terrains jurassiques crétacés et tertiaires; il n'est donc pas exclusivement triasique. Il provient de différents terrains transformés, car on y trouve des fragments intacts des couches dont le reste a été modifié ; il y a même du flysch et du grès de Taviglianaz. La dolomie est du calcaire qui a été transformé après l'époque où le soulèvement lui a donné la position que nous lui voyons actuel-

lement. Quant à la cargneule, il faut en distinguer trois espèces. Celle des *failles et des escarpements* provient de la décomposition de la dolomie; souvent elle est entièrement composée de fragments de cette dernière roche. La seconde espèce, la *cargneule des cols*, a la même origine que la première; mais il s'y est mêlé des fragments tombés du gypse et des pentes voisines, ainsi sa formation doit être post-tertiaire. La troisième espèce de cargneule, celle des *ravins*, est toute moderne, et renferme des morceaux de toutes les roches des montagnes environnantes.

M. *Studer* fait remarquer que M. Chavannes a été conduit par ses recherches à revenir aux idées des anciens géologues, qui considéraient comme métamorphiques les trois roches dont il a parlé. M. C. Brunner les envisageait aussi comme telles. Ce qui ressort le plus évidemment de l'exposé de M. Chavannes, c'est qu'il y a des cargneules de différents âges; par conséquent, il ne convient guère de les envisager toutes comme triasiques, ainsi qu'on est en train de le faire. En agissant ainsi on risque fort d'introduire dans nos cartes géologiques des erreurs qui seront reconnues plus tard.

M. *Alph. Favre* ne veut pas contester qu'il ne puisse y avoir des cargneules de différents âges; mais il démontre par les coupes du Grammont et d'autres localités des Alpes de la Savoie, qu'il y a de la cargneule qui est certainement sous les couches rhétiennes ou infra-liasiques. Les mêmes observations ont été faites après lui par beaucoup de géologues français, notamment par M. Hébert. Il y a aussi des massifs de cargneule dans des terrains très-anciens dont l'âge n'est pas fixé. Quant à l'origine de cette roche, elle provient de la décomposition de la dolomie, mais toutes les dolomies n'en ont pas produit. Du reste, il

n'est guère possible d'admettre qu'il y en ait de différentes espèces; en étudiant cette roche il faut faire attention qu'il y a des tufs qui lui ressemblent singulièrement.

Pour ce qui concerne le gypse on est obligé d'admettre qu'il a passé par l'intermédiaire de l'anhydrite, car, quand on pénètre dans la profondeur, c'est à cet état qu'on le trouve.

M. *Chavannes* ne conteste pas la position infra-rhétienne de la cargneule telle que vient de la démontrer M. Favre; mais il insiste sur le fait que cette roche est métamorphique, et qu'elle nous indique la direction des soulèvements.

M. *Gilliéron* a reconnu dans les chaînes des deux flancs du Simmenthal une cargneule infra-rhétienne, une autre dont la position est moins sûre, mais qui paraît être infra-kimméridienne et une troisième qui est sous le flysch.

M. *Renevier* a étudié dernièrement encore la question dans les mêmes localités que M. Chavannes, et il donne entièrement raison à M. Favre. Le terme de cargneule a pris maintenant un sens géologique; aussi ne voudrait-il pas appeler cargneule, quoiqu'elles en aient la structure, des roches qui se trouvent dans le haut des terrains jurassiques, dans les cantons de Neuchâtel et de Vaud. Pour lui les gypses sont stratifiés et inférieurs au rhétien, de même que la cargneule; on peut s'en convaincre en suivant les zones de ces roches qu'on rencontre dans les Alpes vaudoises, et qui se trouvent toujours dans la même position.

M. *Ernest Favre* met sous les yeux de la section des profils des Alpes vaudoises et fribourgeoises qu'il vient d'étudier. Le principal de ces profils s'étend de Château d'Oex au Niremont, et traverse ainsi plusieurs chaînes. En

parcourant successivement la série des formations de ces montagnès, M. Favre donne des détails sur chacune d'elles, en insistant particulièrement sur les divisions dont l'âge est contesté; il a reconnu que dans ces régions la cargneule et le gypse sont triasiques; les terrains jurassiques se terminent par des couches identiques à celles de Wimmis et contiennent la même faune; les calcaires et schistes rouges les surmontent et se trouvent entre le tithonique et le flysch en formant plusieurs plis sous cette dernière formation.

M. *Ch. Vogt* communique à la section les résultats de son étude microscopique des roches. Une des questions qu'il s'agit de résoudre est celle de savoir si le microscope peut faire reconnaître qu'une roche a été à l'état igné ou non. M. Vogelsang a trouvé que les roches volcaniques présentent ce qu'il a appelé la *structure fluidale,* structure résultant de la disposition de microlites de cristaux disséminés dans la masse vitreuse, et entourant les cristaux plus gros qui sont préformés dans la lave. Cette structure fluidale se trouve aussi dans les porphyres et démontrerait, par conséquent, leur origine ignée. Or, en examinant les dépôts siliceux du Geyser, M. Vogt y a reconnu cette même structure, ainsi elle n'appartient pas exclusivement aux roches ignées, mais aussi à celles dont l'origine est aqueuse, pourvu qu'elles aient été à l'état visqueux.

Dans son étude des roches volcaniques, M. Vogt a reconnu que les trachytes, les basaltes et les laves présentent des caractères communs. Il y a dans les laves des cristaux préformés, puisqu'ils sont émoussés, fissurés, pénétrés par la matière vitreuse, mais tous les cristaux ne sont pas dans ce cas comme le pensait M. Stoppani. Quant aux porphyres il n'y a pas de caractère qui les rapproche des laves d'une manière indubitable.

Les membres de la section examinent les préparations que M. Vogt leur soumet successivement.

M. *Lébert* met sous les yeux de la société une magnifique série d'échantillons d'ambre, et il expose les résultats de ses recherches sur cette substance. C'est dans l'ambre de Sicile qu'il a d'abord observé la fluorescence, ensuite il l'a trouvée dans celui de la Baltique ; on peut envisager comme type du phénomène dans cette substance la fluorescence du pétrole. La collection de M. Lébert renferme des séries qui présentent toutes les variations de coloration et de transparence ; il ajoute des détails sur l'emploi particulier de chaque variété et les préférences qu'on leur donne en différents pays. Pour les naturalistes, les échantillons les plus intéressants sont les fragments des conifères d'où provient la matière, un morceau renfermant une bulle d'air mobile dans une goutte d'eau, et un grand nombre d'autres où l'on voit des insectes d'une parfaite conservation.

M. *François Forel* montre une photographie de l'homme fossile de Menton qui le représente dans la position où on l'a trouvé. Il paraît que cet homme n'a pas été enseveli par un éboulement, mais qu'il a dû être enterré par les survivants. Comme on ne rend guère les derniers devoirs dans les demeures, on peut en conclure qu'il appartenait à une horde nomade de l'âge du renne ; qui n'habitait pas la caverne, mais y passait peut-être de temps en temps et il a été enseveli à l'endroit où il est mort.

M. *Vouga* fait remarquer que cet homme était sous une terre pulvérulente, qu'on retrouve aussi dans les *baumes* neuchâteloises où il y a des antiquités. Comme on peut attribuer la formation de cette terre à un lichen très-calcivore qui croît dans les grottes, il y aura peut-

être là un moyen de faire des supputations d'âge en comparant les différentes épaisseurs qu'elle a atteint; en appliquant ce procédé dans ce cas particulier, l'homme de Menton appartiendrait à une époque quatre fois plus reculée que celle des habitations lacustres.

M. *Vogt* cite un cas qui montrerait qu'il est souvent difficile de tirer des conclusions de la position d'un squelette.

M. *Desor* demande à M. Forel s'il peut dire quelque chose de l'opinion qui a été émise que cet homme appartient à un type nègre. M. Forel répond qu'il n'a pas pu examiner le crâne.

M. *Desor* propose à l'assemblée d'adopter le nom de *genou* (Knie) pour désigner une structure particulière des couches recourbées ou voûtes, dans laquelle les assises ne sont pas anticlinales, mais plongent du même côté. Ordinairement il y a un escarpement sur le versant où les couches sont renversées; Thurmann disait alors que les chaînes avaient le regard français ou le regard suisse. Du côté extérieur des genoux il y a souvent des glissements qui se sont produits sur des couches de marnes, et dans ce cas on peut croire à l'existence de failles. On en a des exemples dans le tunnel des Loges et dans les terrains crétacés du Val-de-Travers, notamment dans la région des mines d'asphalte.

M. *Jaccard* fait observer que pour le Val-de-Travers il avait déjà renoncé à l'expression de faille, qu'il reconnaissait mal appropriée à ce genre d'accident, et proposé, pour la ligne de rupture des couches, l'expression de *zone de froissement.*

M. *Mœsch* montre que la structure en genou explique les profils du Jura bâlois mieux qu'on n'a pu le faire

jusqu'à présent; on avait admis dans de grands massifs de calcaire conchylien des failles et des refoulements là où l'étude détaillée des couches montre qu'il y a plutôt contournement en genou. M. Mœsch donne encore un profil du tunnel que l'on perce au Bœtzberg; la montagne présente une structure très-compliquée, qu'il était fort difficile de déchiffrer tant que l'on ne connaissait que les affleurements de la surface.

M. *Jaccard* communique ses nouvelles observations sur l'origine de l'asphalte et des bitumes, sujet qui a déjà fait l'objet des discussions de la société à Einsiedeln. Il présente des échantillons de diverses localités du Jura neuchâtelois et vaudois et des environs de Bellegarde. Il conclut en disant que l'origine animale de l'asphalte lui paraît incontestable, mais que dans bien des cas il faut admettre que le bitume provenant de la décomposition des mollusques, a surnagé à la surface des bassins. Lorsqu'il a rencontré certaines roches spongieuses (molasse, calcaire, etc.), il s'est combiné avec elle et a formé les couches asphaltiques ou bitumineuses. Lorsqu'au contraire il a rencontré des couches compactes, il n'a fait que pénétrer dans les fissures.

A la demande de M. *de Loriol,* M. Jaccard applique sa manière de voir à l'asphalte qu'on rencontre à Soleure.

M. Sandberger, n'ayant pas pu venir à Fribourg, a chargé M. *de Loriol* d'exprimer à ses amis de la Suisse toute son affection, et les regrets particuliers qu'il éprouve de la mort de M. Escher.

M. *de Loriol* saisit cette occasion pour dire quelques mots du magnifique ouvrage que publie M. Sandberger : *Die Land- und Süsswasser-Conchylien der Vorwelt ;* c'est l'histoire des coquilles terrestres et fluviatiles de toutes

les formations géologiques. L'auteur s'attache à rapprocher les espèces éteintes de celles qui vivent actuellement. Il nous fournira des aperçus nouveaux sur l'aspect des continents, leur faune et leur climat. Ce qui est remarquable, c'est que les genres montrent une durée extraordinaire et persistent pour la plupart jusque dans la période actuelle. Ainsi on ne connaît que deux espèces de l'époque carbonifère, et elles appartiennent à deux genres actuellement vivants. La publication de M. Sandberger en est maintenant aux terrains tertiaires.

M. *Neinhaus* met sous les yeux de la société des plantes fossiles de la mollasse de Châtel Saint-Denis, et présente une coupe qui montre la position des couches qui les renferme dans le poudingue de cette région. M. *de Fischer-Ooster* indique les noms de quelques-unes de ces plantes. M. *Renevier* ajoute qu'elles appartiennent à la partie inférieure de la mollasse d'eau douce, et qu'on les retrouve dans les mines de charbon de la contrée.

M. *Ritter* décrit les fissures qu'on remarque dans des couches de calcaire compact, en retrait les unes sur les autres, dans la cluse du Seyon au-dessus de Neuchâtel. Elles se présentent dans chaque assise sous la ligne où le banc supérieur montre sa tranche. Il s'agissait de percer dans ces calcaires un tunnel pour la conduite des eaux destinées à alimenter la ville de Neuchâtel ; le travail était long et coûteux. Ayant remarqué que ces fissures le facilitaient beaucoup, M. Ritter changea la direction du tunnel ; il l'établit en suivant sur un parcours aussi long que possible la fissure d'un premier banc ; en faisant un coude on passait après au second banc et ainsi de suite. La longueur du tunnel en a été augmentée, malgré cela il a été établi à bien meilleur marché qu'on n'aurait pu le faire

d'après le premier projet. M. Ritter attribue la formation de ces fissures régulières à la diminution de pression qui a eu lieu lors du soulèvement des couches.

Au commencement de la seconde séance, M. *Denzler*, directeur du cadastre à Soleure, expose une série de photographies de rochers qu'il a fait exécuter, parce que le dessin des accidents du sol laisse toujours beaucoup à désirer dans les travaux des géomètres, qui n'ont ordinairement pas fait d'études spéciales sur ce point. On peut déduire de ces photographies une représentation des rochers en projection horizontale. M. Denzler a obtenu ainsi une série de dessins qui peut servir de modèle aux géomètres.

M. *Mœsch* dessine un profil du Wäggithal au Frohnalpstock dans les cantons de Schwytz et de Glaris. Cette région a d'abord été étudiée par M. Escher, ensuite par M. Mœsch, qui y a trouvé l'étage tithonique qu'on avait méconnu. Ce profil présente des répétitions successives de la même série de couches, répétition qui provient de contournements compliqués que M. Mœsch désigne sous le nom de *Schlingen.*

M. *Ernest Favre* a étudié le profil des Ralligstöcke, qui a déjà exercé la sagacité de tant de géologues. Il n'a pas la prétention de résoudre tous les problèmes que présente cette région, mais il y a des points sur lesquels il peut jeter quelque lumière. Les fossiles rapportés par M. Ooster à la craie supérieure peuvent aussi bien être éocènes; leur état de conservation ne permet guère de décider la question. Le grès de Taviglianaz est accompagné de schistes que l'on retrouve au haut de la chaîne, dans une position normale qui indique évidemment qu'ils sont éocènes; ainsi il n'y a aucune raison pour changer l'âge attribué jusqu'ici à ces grès.

M. *C. Brunner*, qui a aussi étudié autrefois ces montagnes, constate que M. E. Favre donne la clef d'un des principaux problèmes qu'elles présentent.

M. *Mœsch* a étudié dernièrement les couches de Nattheim et de Wasseralfingen, et il combat la division que M. Quenstedt a admise pour le Jura supérieur en Souabe. A cette occasion il demande sur quel argument on s'appuie pour établir dans le Jura central et méridional un étage portlandien au-dessus du virgulien; il ne peut admettre dans cette région que ce dernier étage qui est synchronique avec le Plattenkalk du Jura oriental. Une discussion s'engage sur ce point. MM. *de Loriol* et *Jaccard* disent qu'ils admettent un étage portlandien, parce qu'ils y trouvent des fossiles de la division anglaise. Il est vrai que, dans le Jura neuchâtelois et vaudois, cet étage semble reposer sur le kimméridien et être ainsi le correspondant du virgulien; mais en France on a d'une manière certaine la succession des trois divisions : ptérocérien, virgulien et portlandien.

M. *E. Favre* soumet à la section un profil général du Caucase. Au centre de la chaîne on a des terrains granitiques. Des deux côtés se présentent des schistes paléozoïques analogues à ceux de Grætz et reliés par des passages aux schistes cristallins; ils sont moins développés du côté nord que de l'autre. Sur le versant septentrional les terrains secondaires et tertiaires sont en position très-normale et peu inclinés; sur l'autre versant, au contraire, il y a beaucoup de zones de roches éruptives, et les terrains secondaires y sont très-bouleversés. M. Favre entretient aussi la société de la limite inférieure des neiges éternelles et des phénomènes glaciaires qu'il a observés dans cette chaîne.

M. *Renevier* parle d'une roche qu'il a trouvée dans le Valais, près de Saint-Maurice. On n'hésite pas à lui attribuer le nom de porphyre; cependant, c'est une assise sédimentaire bien caractérisée, qui se trouve entre la cargneule et le terrain carbonifère.

M. *H. de Saussure* fait remarquer qu'au Mexique il y a peut-être une vingtaine d'espèces de porphyre qui sont très-certainement éruptifs; ainsi il pense qu'il ne faut pas appliquer ce nom aux roches dont on connaît l'origine sédimentaire.

L'heure fixée pour la dernière séance générale est venue interrompre les communications et discussions géologiques; mais notre compte rendu présenterait une lacune, si nous ne disions pas qu'en démontrant sur place à la société les grands travaux en voie d'exécution à Fribourg, M. Ritter a montré combien les connaissances géologiques sont utiles dans de pareilles entreprises. Dans ce qu'il nous a dit il y a deux points qui ont un intérêt scientifique. Au milieu du lit de la Sarine, on a trouvé un puits naturel que les eaux ont creusé dans la mollasse à une profondeur demeurée inconnue. Dans les falaises qui bordent la rivière, il arrive qu'un même banc de mollasse se désagrège beaucoup plus vite sur certains points que sur d'autres. M. Ritter explique ce fait par le bruit des eaux de la Sarine; la désagrégation est activée là où le son vient frapper directement la falaise et où les mouvements vibratoires sont les plus intenses. Cette hypothèse n'est point du nombre de celles que l'on peut écarter d'emblée; la puissance de la cause est petite, mais elle pourrait bien suffire pour produire le petit effet qu'il s'agit de lui attribuer, savoir de faire tomber de temps en temps un grain de sable un peu plus tôt que s'il était

livré seulement à l'action des agents ordinaires de la désagrégation. Les observateurs qui en ont l'occasion, feront bien de vérifier l'hypothèse de M. Ritter.

ZOOLOGIE.

M. le professeur *C. Vogt* expose le résultat de ses recherches sur les Phyllopodes, notamment sur les *Branchipus* et les *Artemia.* La première espèce sur laquelle ont porté ses études est le *Br. diaphanus* qui fut trouvé en août 1871, près du sommet du Reculet (Jura), dans des mares artificielles, creusées par les vachers à l'usage du bétail. M. Vogt obtint plusieurs centaines d'individus de cette espèce parmi lesquels les mâles et les femelles se trouvaient en nombre à peu près égal. Placés dans un aquarium, ils y vécurent d'abord fort bien et produisirent une foule d'œufs d'où sortirent des larves; mais vers la fin de septembre ils périrent tous petit à petit. A l'approche du froid on vida l'eau de l'aquarium, en ne laissant que la couche de vase du fond; celle-ci gela entièrement pendant l'hiver. Vers la fin de février, l'aquarium reçut de nouveaux hôtes (une cinquantaine de larves de *Petromyzon*) qui se cachèrent dans la vase. Au mois de mai de cette année on vit paraître une certaine quantité de larves de *Branchipus*, nées, sans doute, des œufs qui étaient restés dans la vase. M. Vogt réussit à en élever plusieurs générations, ce qui lui permit de suivre toutes les phases de leur développement. Plusieurs excursions, faites cette année au Reculet, furent sans résultat ; on ne trouva plus traces de *Branchipus* dans cette localité.

Désirant comparer les *Branchipus* à un genre voisin, M. Vogt s'adressa à M. Ch. Martins, professeur à Mont-

pellier, pour lui demander des *Artemia salina*, espèce de Branchiopode qui pullule, comme on sait, dans les marais salants des environs de Cette. M. Martins envoya quelques milliers de ces animaux avec une provision des eaux-mères dans lesquelles ils vivent. Ils arrivèrent à Genève en bon état et séjournent dans un aquarium où ils produisent des quantités énormes d'œufs et de larves.

M. le professeur Vogt montre un flacon rempli d'*Artemia* vivants et de leurs larves qu'il a pu apporter à Fribourg. En s'aidant de nombreuses démonstrations sous le microscope, il expose la structure extérieure et l'anatomie des *Branchipus* adultes, et décrit, entre autres, une paire de pattes-mâchoires qui avait échappé aux recherches de Joly, Leydig, etc.

Il insiste ensuite sur la forme des larves qui montrent, chez les *Artemia* comme chez les *Branchipus*, le type fondamental primitif des Crustacés, auquel on donne le nom de *Nauplius*. Ce type est caractérisé par trois paires d'appendices articulés (*appendices primitifs*), par un seul œil frontal et médian, et par un prolongement considérable, occupant la place d'une lèvre supérieure et couvrant la bouche. Tout en étant au fond la même chez ces deux genres, ainsi que chez les *Cyclops*, etc., cette forme de *Nauplius* présente cependant des différences notables dans les détails. Ainsi les *Nauplius* des *Branchipus* sont plus courts et plus ramassés, ceux des *Artemia* plus sveltes et plus allongés. Les yeux latéraux composés apparaissent beaucoup plus tard chez les *Artemia* que chez les *Branchipus*, etc.

La première paire d'appendices des *Nauplius* consiste en deux antennes qui deviennent plus tard les antennes de l'animal parfait.

La seconde paire forme le principal et même le seul organe de locomotion de la larve. Après de nombreux changements de peau, ces appendices finissent par devenir les pièces en forme de corne qui servent d'organes de préhension au mâle des *Branchipus* et qui sont rudimentaires chez la femelle.

La troisième paire d'appendices sert à la larve à amener sa nourriture à la bouche. Chez l'adulte elle constitue les mandibules en forme de meules formant la troisième paire d'appendices.

Les onze paires de pattes-natatoires et la paire de pattes-mâchoires de l'adulte qui les précède naissent plus tard, sur la larve, par bourgeonnement. L'œil frontal du *Nauplius* s'atrophie et finit par disparaître entièrement. Les gros yeux latéraux composés et pédonculés que possède l'adulte, résultent, comme les pattes natatoires, d'un développement ultérieur.

M. Vogt confirme l'observation de M. Joly, que parmi les *Artemia* recueillis à Cette pendant les mois de juillet et d'août, il ne se trouve point de mâles, et que les femelles reproduisent par parthénogénèse. Ce fait est d'autant plus singulier que l'on trouve des mâles en grande quantité dans d'autres marais salants habités par la même espèce ou par des espèces analogues.

M. *Henri Vernet* communique des observations qu'il a faites sur les globules du sang chez le *Diaptomus castor*. Certains anatomistes avaient décrit des globules chez cette espèce, tandis que d'autres niaient l'existence de ces éléments. M. Vernet a trouvé un exemplaire chez lequel ces globules étaient extrêmement distincts, et deux autres où ils étaient moins nets, mais pourtant reconnaissables. Il s'explique leur absence apparente chez la plupart des exemplaires par un phénomène de réfraction : les globules

auraient à l'ordinaire un pouvoir de réfraction égal à celui du liquide qui les entoure. Il a, du reste, observé des *Daphnides* chez lesquelles il était presque impossible de distinguer les globules du sang, et pourtant personne ne nie leur présence constante chez ces crustacés.

M. le professeur Vogt confirme ce que vient de dire M. Vernet. Chez les *Artemia* ces globules sont très-distincts; chez les *Branchipus* ils sont, par contre, très-difficiles à voir. Il y a, du reste, de grandes variations d'individu à individu.

M. *Victor Fatio* parle de la présence en Suisse du *Dysopes Cestonii*, Savi, seul représentant européen de la tribu des Gymnures, dans la grande famille des Gymnorhinides (Cheiroptères).

Cette espèce, propre à l'Égypte, à l'Asie Mineure et à la Grèce, ainsi qu'aux régions moyennes et méridionales de l'Italie, a été capturée deux fois en Suisse. Le 27 octobre 1869, on en apporta à M. G. Schneider, conservateur du musée de Bâle, un échantillon pris vivant dans une maison de cette ville. Dans le courant du mois de juin de cette année, M. Nager, d'Andermatt, en a trouvé, à 16 minutes de l'hospice du Saint-Gothard, sur le versant nord de la montagne, une grande femelle portant un petit, et abattue sur la neige, mais cependant encore vivante.

Quoiqu'il semble difficile de s'expliquer le transport de ces deux animaux, soit par des ballots de marchandises, soit par quelque ouragan, il paraît encore moins probable que l'on ait affaire à des cas de migration volontaire, quand l'on sait que même les oiseaux ne voyagent guère durant l'époque de la reproduction. M. Fatio conserve donc des doutes sur l'autochthonéité du *Dysopes Cestonii* en Suisse.

M. *Milne Edwards* fait observer que cette espèce a une distribution géographique étendue; ainsi, il est presque certain qu'on la trouve dans le nord de l'Espagne.

M. *Fatio* répond que le *D. Cestonii* est, en effet, répandu dans toute l'Europe méridionale, mais il ne croit pas qu'on l'ait encore trouvé dans des localités aussi septentrionales que Bâle et le Saint-Gothard.

M. le D[r] *Vouga* lit ensuite une communication sur l'homme fossile de Menton, à l'exhumation duquel il a assisté; il fait la description des grottes et signale leur mode probable de formation. Le squelette repose sur le flanc gauche, dans l'attitude d'un dormeur. Il présente une fêlure circulaire de la base du crâne; le thorax est enfoncé à une place; le reste est parfaitement conservé. Le crâne est fort beau; toutes les dents sont conservées; la mâchoire inférieure est longue, mais l'angle entre la branche horizontale et la branche ascendante est droit. M. le D[r] Vouga attribue la conservation remarquable du squelette aux propriétés de la terre poudreuse qui le recouvre. Selon lui cette terre serait due, pour les grottes de Menton, à la chute de poussières atmosphériques très-fines, mélangées de particules salines. La grotte du Four, dans les gorges de l'Areuse, présente aussi une couche poudreuse conservatrice que M. Vouga considère comme résultant de la chute des plaques de lichens qui en tapissent la voûte.

M. *Auguste Forel* dit ensuite quelques mots sur les rapports que peuvent avoir entre elles les fourmis d'espèces différentes.

Le mot *fourmilière* signifie en français à la fois une congrégation de fourmis et l'habitation de cette congrégation. M. Forel ne lui conserve que sa première signifi-

cation et se sert du mot *nid* pour la seconde, afin d'éviter des confusions. Les fourmilières différentes, même lorsqu'elles sont de même espèce, sont ennemies les unes des autres (Ebrard était à tort d'une autre opinion que celle-ci qui est celle de Huber). Une même fourmilière peut posséder plusieurs nids qui sont reliés entre eux par des files d'allants et de venants. M. Forel indique quelques signes d'amitié et d'inimitié entre les fourmis.

Une fourmilière peut être *simple* ou *mixte;* elle est simple quand ses membres appartiennent à une seule espèce, mixte quand ils appartiennent à deux ou plusieurs espèces vivant ainsi en bonne intelligence entre elles. Il y a dans chaque fourmilière, à un certain moment du moins, des ouvrières, des mâles et des femelles. Si l'on considère les fourmilières mixtes, l'on distingue :

1° *Fourmis à esclaves.* Ici les ouvrières de l'une des espèces vont piller dans diverses fourmilières étrangères appartenant à l'autre espèce des cocons d'ouvrières. Ceux-ci, une fois éclos, deviennent des travailleurs auxiliaires et des amis de leurs ravisseurs, ne se doutant pas qu'ils ont une autre origine. La fourmilière mixte comprend les trois sexes de l'espèce pillarde et seulement des ouvrières de l'espèce pillée. Tels sont le *Polyergus rufescens* et la *Formica sanguinea,* ayant tous deux pour esclaves les *Formica fusca* ou *rufibarbis.* Le *Polyergus* est tout à fait paresseux; la *F. sanguinea* aide ses esclaves dans leur travail.

2° *Fourmis parasites.* Une espèce, l'*Anergates atratulus* ne possède pas d'ouvrières ; la femelle et le mâle vivent en compagnie d'ouvrières du *Tetramorium cæspitum* (espèce travailleuse) qui les soignent, sans qu'on comprenne encore bien comment cette association se

forme. Il en est de même du *Strongylognathus testaceus* dont les ouvrières sont trop faibles et trop peu nombreuses pour pouvoir piller des fourmilières de *Tetramorium cæspitosum*, et qui cependant se fait servir par l'ouvrière de cette dernière espèce. Une nouvelle espèce de *Strongylognathus*, trouvée en Valais par M. Forel, semblerait, par contre, rentrer dans la catégorie des fourmis à esclaves et piller le *T. cæspitum.*

3° *Fourmilières mixtes anomales.* Il s'agit ici de cas extrêmement rares et inconnus jusqu'à présent, où deux espèces de fourmis, vivant normalement en fourmilières simples, se trouvent, par une singulière exception, former des associations mixtes, fait dont la cause est encore fort obscure. Ainsi, M. Forel a trouvé une fourmilière composée de *Formica truncicola* et de *Formica fusca*, une autre, composée de *Tapinoma erraticum* et de *Bothryomyrmex meridionalis*, etc. En opposition avec ce fait il a trouvé parfois des fourmilières simples de *F. sanguinea* (sans esclaves).

On ne doit point confondre avec les fourmilières mixtes les *nids doubles*. Ce dernier cas est celui où une fourmilière d'une petite espèce fait un nid dans les cloisons mêmes du nid d'une espèce ennemie plus grande. Ici l'on a affaire à deux fourmilières ennemies. C'est le cas du *Solenopsis fugax* vivant ainsi dans les nids d'autres espèces.

La *Stenamma Westwoodi*, petite espèce, vivant chez la *Formica rufa*, grosse fourmi qui paraît ne pas faire attention à elle, semble former un intermédiaire entre la fourmilière mixte et le nid double. Elle recherche la *F. rufa*, mais celle-ci l'ignore.

MÉDECINE.

M. le Dr *Forel*, professeur à Lausanne, fait un exposé de ses recherches sur la température du corps humain dans les mouvements musculaires de l'ascension et de la descente en montagne, faisànt suite à la communication faite par lui, l'année dernière, à Frauenfeld. Il avait montré qu'en suivant la même méthode que MM. Lortet et Marcet, il arrivait à des résultats différents de ceux de ces observateurs, que, en étudiant la température buccale, il observait dans tous les cas une élevation de la température animale dans les mouvements musculaires, tandis que MM. Lortet et Marcet constataient un abaissement de la température générale du corps, pendant les mouvements de l'ascension.

Pour juger la différence, M. Forel a cherché une méthode plus sûre. Il commence par étudier, au moyen de 789 observations faites sur lui-même, les différents régions du corps (bouche, aisselle, avant-bras, main, abdomen, aine, rectum et urine). Il établit ensuite la courbe normale de la température dans les 24 heures et montre que si cette courbe est assez régulière de 9 heures du soir à 9 du matin, pendant le jour elle présente de grandes irrégularités suivant les jours; il explique ainsi la divergence des auteurs au sujet des divers maximums de la journée. La température moyenne des 24 heures est pour lui de 37°,09.

Il aborde enfin l'étude de l'influence des mouvements musculaires sur la température générale du corps en montagne (mais en dehors des conditions du *mal des montagnes*). Il arrive aux conclusions suivantes :

1° Le mouvement d'ascension détermine toujours une

élévation de température qui peut aller jusqu'à 1°,89. La température maximale observée a été de 39°,13.

2° Cette élévation de température a été constatée après un jeûne absolu prolongé pendant plus de 24 heures; elle a été de même constatée après que les fatigues prolongées avaient considérablement affaibli le corps.

3° Le mouvement de la descente détermine de même une élévation de température, au moins aussi forte, probablement plus forte, lorsque l'effet a été poussé à la limite du possible, que l'élévation causée par l'ascension.

4° Lorsque l'ascension et la descente d'une même rampe ont eu lieu dans la même durée de temps, l'élévation de température due à l'ascension est beaucoup plus forte que celle causée par la descente.

5° La température du corps surélevée par les mouvements musculaires tend à redescendre plus ou moins vite à sa hauteur normale; en une heure ou deux le retour à la norme est généralement atteint.

M. le professeur *Lebert* communique un extrait de ses recherches sur la température du corps dans le cours de la phthisie pulmonaire. Il a étudié la courbe thermométrique dans toutes les phases et dans toutes les complications de la tuberculose. Au début, il a observé peu d'élévation de la température, mais il a pu cependant établir certains caractères qui servent à différencier une simple bronchite d'une tuberculose commençante. Dans les complications pleurétiques ou pneumoniques, la thermoscopie lui a fourni également de précieux documents. Il en est de même de l'abaissement souvent considérable que l'on observe au thermomètre lorsque la fin s'approche, et qui a souvent permis au professeur de prédire la terminaison fatale.

Cette communication dont nous ne pouvons donner, de mémoire, qu'un aperçu très-incomplet, est le résultat de

plusieurs centaines d'observations où les courbes diurnes ont été soigneusement étudiées. Mais pour faire connaître les résultats auxquels est arrivé le savant professeur de Breslau, il faudrait avoir sous les yeux son manuscrit et les nombreux tableaux thermométriques qui les accompagnent.

A la suite de ce travail important, une discussion très-prolongée s'est engagée entre les assistants sur les conséquences pratiques des faits observés par le prof. Lebert.

M. le Dr *Clerc* communique à la section deux observations très-intéressantes de transmission de la *maladie aphtheuse* des animaux à l'homme. Cette maladie, qui règne épidémiquement et sporadiquement dans le canton de Fribourg, est caractérisée par une stomatite buccale qui lui a fait donner le nom de *surlangue;* elle est, en outre, accompagnée d'une inflammation de la matrice des ongles, d'où le nom de *piétin* qui s'applique surtout à la race ovine. Le Dr Clerc a décrit avec beaucoup de soin deux cas de maladie aphtheuse observés dans l'espèce humaine. Il s'agit dans l'une de ces observations d'une jeune fille habitant un village où les bêtes à corne étaient atteintes de la maladie aphtheuse; elle présenta du coriza et de la stomatite aphtheuse à un degré évident quoique peu prononcé, mais ses mains et ses pieds furent tuméfiés dans leurs dernières phalanges et il s'établit autour des ongles une suppuration ichoreuse et fétide. Cet état se prolongea pendant plusieurs semaines et finit par guérir après avoir occasionné beaucoup de souffrances et une claudication prononcée.

Ainsi donc, la transmission de la maladie aphtheuse à l'espèce humaine a été démontrée par les observations remarquables du Dr Clerc. C'est, hélas, une maladie nouvelle qu'il faut ajouter au catalogue déjà très-long de

celles qui attaquent l'espèce humaine. Nous devons ajouter cependant qu'un cas de ce genre avait déjà été signalé dans le *Bulletin de la Société Vaudoise de Médecine* pour 1867 (page 9).

M. le prof. *Müller*, de Berne, communique le résultat d'analyses comparatives du *Koumis* préparé à Moscou et de celui que l'on fait actuellement à Interlaken où l'on a introduit la cure inaugurée en Russie pour combattre les catarrhes chroniques et la tuberculose. Le Koumis russe est préparé avec le lait de jument fermenté et celui d'Interlaken avec du lait de chèvre également fermenté. L'un et l'autre sont effervescents et contiennent beaucoup d'acide carbonique. Le Koumis d'Interlaken est plus riche en principes gras que celui de Russie, ce qui est facile à comprendre vu la proportion beaucoup plus grande de principes butireux dans le lait de chèvre que dans celui de jument. Le goût de ce nouveau produit thérapeutique est aigre et peu agréable.

BOTANIQUE.

M. *Chenaux* lit une notice nécrologique faite par M. Cottet sur le Dr Lagger, qui était le principal botaniste du canton de Fribourg. Lagger était originaire de Conges, dans le Haut-Valais, il fut d'abord destiné par son père à la carrière ecclésiastique. Mais son penchant le portait vers la médecine et il obtint de suivre cette vocation. En 1827, il obtint son grade de docteur en médecine et vint se fixer à Fribourg, où il exerça sa profession pendant plus de 40 ans, entouré de respect et de gratitude. Ses loisirs, très-limités, furent employés à l'étude des plantes et c'est à la flore du canton de Fribourg et à celle du Valais, qu'il vouait particulièrement son atten-

tion. C'était un des hommes qui connaissaient le mieux les espèces suisses, mais ses publications sont insignifiantes, la pratique médicale lui laissant peu de temps pour rédiger le résultat de ses observations.

Son herbier suisse a été légué au Musée cantonal de Fribourg, tandis que sa collection plus générale, fort riche en plantes de Hongrie et de Scandinavie, a été vendue par fractions.

Sa bibliothèque a été achetée par le Lycée de Fribourg.

Le Dr *Müller*, de Genève, entretient ensuite ses collègues d'une nouvelle espèce de Loranthus des îles Philippines, qui, pour la position des fleurs, présente des particularités très-extraordinaires et non encore constatées. Chaque branche n'a qu'un verticille terminal de 3-4 feuilles; à l'aisselle de chacune d'elles on voit régulièrement naître une branche du 2me ordre. Ces 3 ou 4 aisselles sont donc toutes occupées par du bois, ce qui fait que sur chaque branche il n'y a pas de place axillaire pour des fleurs. Il resterait la chance de pouvoir produire une fleur terminale, mais on voit sur les plantes que ce sommet, au milieu du verticille, produit à son tour aussi du bois, une branche centrale ou, autrement dit, la prolongation de l'axe primaire. Il n'y a donc pas de place normale pour les fleurs, car jusqu'ici on ne connaît sur la tige que des fleurs ou axillaires ou terminales. Mais par contre nous avons depuis la base des branches de 2me année jusqu'aux cicatrices terminales de leurs feuilles verticillées et caduques, un assez grand nombre de petites inflorescences en cymes, appauvries, quelquefois réduites à une seule fleur, qui sont placées très-irrégulièrement et en même temps perpendiculairement sur le bois, sans qu'on observe à leur base la moindre trace de feuilles, de

bractées ou seulement de leurs cicatrices. Ces inflorescences ont parfaitement l'air de sortir des lenticelles, dont les mêmes branches sont aussi plus ou moins garnies. Une coupe longitudinale montre, très-nettement, que ces pédoncules sont enfoncés jusqu'à la partie la plus interne de l'écorce, tandis que les lenticelles, formation subéreuse, ne se tiennent qu'à la surface, et ne peuvent par conséquent avoir une relation génétique avec les petites inflorescences. Or, la direction perpendiculaire des pédoncules et leur origine dans la tige sont des caractères propres aux bourgeons adventifs, et c'est pour cela que M. Müller propose d'appliquer le même adjectif aux fleurs. On aura dès lors à distinguer des fleurs ou inflorescences *terminales*, *axillaires* et *adventives*.

Une position de fleurs aussi extraordinaire pourrait faire croire qu'il s'agirait ici d'un Loranthus parasite sur un autre Loranthus, comme on trouve quelque chose d'analogue pour le genre Pilostyles, de l'Amérique du Sud ; mais comme on trouve parfois aussi des branches adventives perpendiculaires, qui sont identiques sous tous les autres rapports avec les branches normales axillaires, cette interprétation ne serait pas possible.

M. *Leresche* informe la section qu'il vient de découvrir dans le Tessin, près du lac de Locarno, une nouvelle plante pour la Suisse, de la famille des Campanulacées, l'*Adenophora suaveolens*.

M. *Chenaux* attire l'attention de la section sur les fâcheux effets de l'odeur des bouquets d'Aconit.

M. *Leresche* mentionne quelques plantes adventives à Rolle.

COMPTE RENDU
DE LA
CONFÉRENCE GÉODÉSIQUE INTERNATIONALE
RÉUNIE A VIENNE DU 21 AU 28 SEPTEMBRE 1871

(Brochure in-4° de 114 pages et 7 planches. Neuchâtel, 1871).

Il s'est formé, d'abord en Allemagne, il y a une dizaine d'années, une grande association scientifique internationale, ayant pour but d'obtenir un ensemble de mesures astronomiques et géodésiques suffisamment exactes, liées entre elles de manière à avancer les connaissances déjà acquises sur la figure de la Terre. Cette association a obtenu successivement l'approbation et le concours de presque tous les États européens ; elle a établi une commission permanente, et a institué, tous les trois ans, des réunions en conférence générale des délégués des divers États faisant partie de l'association. La seconde de ces conférences a eu lieu à Berlin en octobre 1867. La troisième devait avoir lieu à Vienne en 1870, mais la guerre entre la France et l'Allemagne en a retardé d'un an la réunion. Je présenterai ici une rapide esquisse du compte rendu détaillé qui en a été publié, en allemand et en français, par les deux secrétaires de l'association : M. Bruhns, astronome à Leipsic, et M. Hirsch, astronome à Neuchâtel.

Il y a eu à la conférence de Vienne 24 délégués, soit des divers États d'Allemagne, soit d'Espagne, d'Italie, de Russie, de Scandinavie, de Suisse et de Roumanie. La

France n'y a pas été représentée, à cause de la dernière guerre, mais elle prend part aussi à l'association, comme nous le verrons plus bas. Quelques hauts fonctionnaires et savants autrichiens ont été invités à assister aux séances, et le ministre de la guerre du gouvernement austro-hongrois y a assuré l'association de l'intérêt que l'empereur François-Joseph mettait à favoriser ses opérations.

Le bureau de la conférence a été composé de MM. le feld-maréchal de Fligely, président, le lieutenant général Dr Baeyer, président honoraire, de MM. Bauernfeind et de Struve, vice-présidents, et des deux secrétaires nommés ci-dessus. M. de Fligely est directeur de l'Institut géographique militaire de Vienne, M. Baeyer est président de l'Institut géodésique à Berlin, et M. Bauernfeind est directeur de l'École polytechnique de Munich.

Je vais d'abord extraire d'un rapport de la commission permanente, lu par M. Bruhns à la première séance de la conférence, quelques détails généraux, propres à donner une idée de l'état actuel et de l'étendue des opérations de cette vaste association.

En Scandinavie, les travaux de triangulation sont terminés, du 59me au 64me degré de latitude, et ils sont figurés dans la planche VI pour la Norwége; il ne manque plus que d'y rattacher les points astronomiques.

La mesure des degrés le long du parallèle de latitude de 52 degrés, qui coupe les îles Britanniques, l'Allemagne et la Russie, va être bientôt terminée. MM. Baeyer et Forsch s'occupent à combler les lacunes qui y existent encore, et la planche V donne le réseau de toute la triangulation russe.

On a aussi exécuté en Russie, pour la mesure des degrés en Europe, des déterminations télégraphiques de

longitude entre Poulkowa, Abo, Helsingfors et Stockholm.

En Allemagne, les travaux ont été avancés dans presque tous les pays. On a fondé en Prusse, sous la direction du général Baeyer, un Institut géodésique, qui fait exécuter des travaux astronomiques, géodésiques et de nivellement, et s'occupe également de la comparaison des étalons.

En Saxe, la triangulation avance, le nivellement est presque terminé, les déterminations astronomiques seront bientôt complètes, et la mesure d'une base a dû être entreprise.

En Bavière et en Würtemberg, on s'est occupé essentiellement, jusqu'à présent, de nivellement de précision; on espère obtenir les allocations nécessaires pour entreprendre les travaux trigonométriques et astronomiques.

Le gouvernement du grand-duché de Bade a confié les travaux aux soins du bureau central, qui a fait ériger les piliers pour la triangulation, et a déjà terminé la moitié des travaux astronomiques.

Dans les autres États allemands, en Oldenbourg, dans la Hesse, le Mecklembourg, Saxe-Gotha, etc., les travaux sont presque achevés.

Il en est à peu près de même dans les Pays-Bas; on a mesuré une nouvelle base dans la mer de Harlem, au moyen d'un nouvel appareil de Repsold.

La détermination des positions des étoiles, nécessaires pour les travaux astronomiques, a été exécutée à l'observatoire de Leyde, et les résultats, publiés dans les Annales de cet observatoire par M. Kaiser, ont été envoyés à tous les délégués.

En Autriche, les travaux géodésiques ont été considé-

rablement avancés; on a mesuré de nombreux triangles, on a observé des latitudes, azimuts, longitudes, et mesuré une base près Sign. Le premier volume de l'ouvrage destiné à l'exposition de ces travaux a déjà paru, et 3 des planches jointes au *Compte rendu* sont relatives à quelques-unes des triangulations qui en font partie.

On est très-avancé en Suisse; on travaille au calcul du réseau de triangles; il ne manque plus pour les déterminations astronomiques que les jonctions projetées avec l'Allemagne et la France; le nivellement de précision est à moitié exécuté, et j'entrerai plus bas dans quelques détails à ce sujet.

On a déjà avancé en Italie les travaux trigonométriques et astronomiques, et la planche I du *Compte rendu* comprend le réseau géodésique de 1er ordre des provinces méridionales, et sa liaison avec la triangulation de la Dalmatie.

En Espagne, M. le colonel Ibanez, directeur du nouvel Institut géographique de Madrid et présent à la conférence, dispose de grands moyens; on exécute les triangulations d'après les méthodes de Bessel et Baeyer; les déterminations astronomiques se font avec la coopération de l'observatoire de Madrid, et le nivellement de précision a été commencé en 1871.

Le bureau central a acquis pour les comparaisons d'étalons de mesures un nouveau comparateur de Steinheil. Le nouvel appareil à mesurer des bases, que le bureau était chargé d'acquérir pour l'usage commun, n'était pas encore disponible en 1871, les expériences préparatoires ayant été interrompues par la mort fort regrettable de M. de Steinheil, l'un des délégués bavarois à la précédente conférence.

Suivant le vœu exprimé à cette même conférence, le gouvernement français avait convoqué à Paris, en août 1871, une commission internationale pour la construction d'un nouveau mètre. Cette commission a eu plusieurs séances, mais quelques-uns des pays intéressés n'y étant pas représentés, elle n'a pas pris alors de résolutions définitives, et a prié le gouvernement français de la convoquer de nouveau après le rétablissement de la paix. La nouvelle réunion de cette commission a eu lieu à Paris en avril 1872. M. le professeur Hirsch y a représenté la Suisse. La question de l'unité et de la comparabilité des mesures y a fait d'importants progrès. « Si la commission internationale convoquée pour le 24 septembre, dit cet astronome dans un rapport qu'il a fait en mai à la commission géodésique suisse, ratifie les propositions du comité des mesures, tous les pays recevront des prototypes identiques du mètre et du kilogramme, et on créera un bureau international des poids et mesures, ce qui contribuera certainement à faire cesser la confusion et l'incertitude actuelles, si préjudiciables au développement des sciences exactes. »

Après le rapport de la commission permanente, M. Baeyer a communiqué celui du bureau central qu'il a présidé, et chacun des délégués a été ensuite appelé, dans les séances consécutives, à faire le rapport concernant l'État qu'il représentait. Je ne pourrais entrer ici dans l'exposé détaillé de ces nombreux rapports et je devrai me borner à quelques mentions spéciales.

La base mesurée près de Bonn, en 1847, par M. Baeyer, a été calculée, et les données géodésiques pour calculer la partie allemande du 52me parallèle existent depuis la frontière russe jusqu'à la frontière belge ; mais

l'époque où l'on pourra obtenir la compensation définitive de chaînes aussi étendues, dépendra du temps et de l'avancement des calculs russes.

La latitude et l'azimut ont été déterminés astronomiquement depuis 1867, au Seeberg, près de Gotha, à l'Inselsberg et à Mannheim. Les mêmes données existaient déjà auparavant pour Breslau, Schneekoppe, Fallstein et le Brocken.

Les différences de longitude astronomique ont été déterminées depuis 1867, par voie télégraphique, entre Berlin, Sund, Bonn, Leyde, Mannheim et Leipsic. Avant cette époque, on connaissait déjà celles entre Berlin, Kœnigsberg, Breslau, Vienne, Gœttingue, Dangast, Altona et Copenhague.

Les déterminations de l'intensité de la pesanteur ont été effectuées en onze points, sous la direction du bureau central, soit avec l'appareil et la toise de Bessel, soit avec des pendules à réversion de Repsold et de Lohmeyer.

On a déjà nivelé 1800 kilomètres, et on a fixé sur ces lignes plus de 400 repères.

M. Bruhns, chef de la section astronomique du bureau central, a dirigé les observations à Mannheim, Durlach et au Feldberg. La détermination de la pesanteur à Mannheim est en désaccord avec celle de Berlin, son intensité y semblerait être trop faible. La supposition d'un vide au-dessous de Mannheim expliquerait tout, et on observe de fréquents tremblements de terre à Grosgerau, au nord de Mannheim.

M. Schiavoni, professeur de géodésie à Naples et délégué par le royaume d'Italie, a donné des détails sur les travaux géodésiques exécutés par l'état-major italien. Il

y a eu des bases mesurées en Calabre et en Pouille, une autre doit l'être dans la terre d'Otrante. Le midi de l'Italie a été lié avec la Dalmatie et doit l'être aussi avec l'Albanie.

M. de Stefanis, capitaine du génie à Naples, soumet à la conférence les calculs de compensation des chaînes de triangles entre la base de la Pouille et celle de la Dalmatie.

La différence de longitude entre Rome et Naples a été déterminée télégraphiquement par le père Secchi et M. Fergola, et ils ont publié en 1871 un mémoire détaillé sur cette mesure.

Le colonel Ganahl, directeur de la section de triangulation dans l'Institut géographique militaire à Vienne, expose les opérations récentes en Autriche et en Hongrie.

La chaîne de triangles entre Bodenbach, Prague, Linz, Trieste et Fiume comprend un arc de méridien de près de 6 degrés, pour lequel presque toutes les opérations sont terminées. On y a mesuré une base d'environ 3000 mètres, entre Kleinmünster et Linz, située à peu près à égale distance de celles de Wiener-Neustadt et de Hall en Tyrol, et qui fournira un contrôle pour ces dernières.

Le colonel de Toth, délégué pour la Hongrie, dit que le ministre des finances hongrois a ordonné en 1870 un nivellement trigonométrique, partant du limnimètre de Fiume, sur la mer Adriatique, parcourant la Croatie, et qui a été continué, en 1871, jusqu'à une station du réseau autrichien située à la frontière de Moravie.

M. de Littrow, directeur de l'observatoire de Vienne, a publié, en 1871, des rapports sur les déterminations

de latitude et d'azimut qu'il a effectuées, de 1863 à 1865, à Dablitz et au Laarberg, près de Vienne.

On a déjà publié en Danemark, en 1867, le 1er volume de la Mesure des degrés danois, comprenant le Seeland et les jonctions avec les triangulations suédoise et prussienne. L'impression du 2me volume doit être achevée maintenant. La détermination de longitude entre Copenhague et Altona est terminée, ainsi que celle des latitudes de Lauenbourg, Altona, Lyxabbel, Copenhague et Skagen.

M. le professeur Peters, directeur de l'observatoire d'Altona et l'un des délégués pour la Prusse, donne quelques détails sur les expériences du pendule faites à Altona, Berlin et Kœnigsberg, et plus récemment au château de Güldenstein dans le Holstein.

M. le major général Forsch, directeur du dépôt des cartes à St-Pétersbourg et délégué de Russie à la conférence avec M. de Struve, y a exposé en détail les déterminations de longitude effectuées entre Poulkowa, Helsingfors et Stockholm.

La partie astronomique de la mesure de l'arc de longitude sous le 52me parallèle, comprenant les stations de Greenwich, Bonn, Leipsic, Berlin, Breslau, Kœnigsberg, Varsovie, Moscou, Grodno, Lipezk, Orel et Saratow, a été terminée en 1867 par la détermination de la différence de longitude entre Orenbourg et Orsk.

M. de Struve a ensuite entretenu la conférence des opérations géodésiques russes exécutées dans la région du Caucase par le général Chodzko, et sur lesquelles le colonel Stebnitzki a publié un mémoire. « Cette triangulation, dit-il, qui a été rattachée aux autres réseaux russes, s'appuie sur une série de déterminations astronomi-

ques, surtout de latitude. Il y a eu huit latitudes mesurées du côte nord de la chaîne principale du Caucase et cinq du côté sud. Or, pour deux de ces points, Wladikawkas et Duschet, dont la distance est moindre d'un degré, l'arc géodésique diffère de 54 secondes de l'arc astronomique.

« On a aussi exécuté le nivellement du terrain, et mesuré quelques milliers de hauteurs, soit géodésiquement, soit par le baromètre. De cette façon, on a pu faire un relief de toute la montagne, et calculer approximativement l'attraction des masses, autant que le permettent nos connaissances sur la constitution géologique de cette chaîne.

« En partant des points déterminés dans la plaine russe du sud, au nord du Caucase, on trouve, jusqu'à une distance de la montagne de 150 werstes, de très-faibles différences entre les latitudes mesurées astronomiquement et celles transportées géodésiquement de la plaine. Mais cette différence s'accroît rapidement, car plus près de la montagne les déviations varient entre 10 et 30 secondes de degré, et si l'on applique aux mesures astronomiques les corrections résultant de l'attraction des masses visibles du Caucase, toutes les différences de ce côté-là se réduisent à deux ou trois secondes.

« Il n'en est plus de même de l'autre côté de la chaîne principale. On peut encore, à Duschet, représenter parfaitement les observations ; à Tiflis, l'écart est déjà de 9 à 10 secondes, et plus loin vers l'Est, à Schemacha, l'écart va jusqu'à 40 secondes. C'est qu'ici, au lieu d'une déviation positive de 16 à 17 secondes, comme la proximité de la montagne devrait la produire, il existe une déviation négative de la verticale de 23 à 24 secondes.

Ainsi, au pied sud du Caucase, le fil à plomb est en apparence repoussé par la montagne au lieu d'être attiré.

« Ce phénomène ne peut s'expliquer que par une distribution fort anormale des masses à l'intérieur de la terre, dans cette région, que son caractère volcanique peut faire supposer. Schemacha est souvent dévasté par des tremblements de terre, et tout indique qu'on s'y trouve dans des circonstances extraordinaires.

« Dans la station voisine de Bakou, au bord de la mer Caspienne, la latitude astronomique se trouve d'accord avec sa valeur géodésique, mais les longitudes ne s'accordent pas aussi bien. Bakou est situé au centre de la région volcanique.

« Les recherches du général de Pechmann ont montré que les déviations observées dans les Alpes orientales s'expliquent parfaitement par l'attraction des montagnes. D'un autre côté, dans l'Himalaya, l'attraction des masses, qui se manifeste par la déviation de la verticale, est beaucoup moindre qu'elle ne devrait l'être théoriquement. D'ultérieures recherches sur ces phénomènes nous fourniront d'importants résultats sur la construction de l'écorce terrestre. »

Les travaux géodésiques et ceux de nivellement sont fort avancés en Saxe ; une base de 8 kilomètres, située près de Grossenhain et divisée en deux parties, a dû être mesurée sous la direction de M. Bruhns, avec l'appareil de Bessel ; elle est placée entre celles de Silésie, de Bonn et de Berlin. On a obtenu télégraphiquement un assez grand nombre de différences de longitude. Il y a eu à Freiberg, pendant deux mois, des expériences du pendule. Comme la constitution géologique de cette localité est parfaitement connue, M. Bruhns a fait observer le pen-

dule au puits d'Abraham, d'abord à la surface du sol, puis à des profondeurs de 280 et de 534 mètres, et enfin de nouveau à la surface. Les observations, dit-il, ne sont pas encore réduites, mais il croit déjà entrevoir qu'il obtiendra pour la densité de la terre une valeur plus faible que celle déduite par M. Airy de ses expériences dans les mines de charbon.

Ces observations dans les mines sont entourées de très-grandes difficultés, et le pendule y souffre facilement de l'humidité. M. Bruhns a proposé, pour y remédier, qu'on fit construire des pendules en verre.

M. le Dr Fearnley, directeur de l'observatoire de Christiania, et délégué à la conférence pour la Scandinavie, a rendu compte des travaux en Norwége. Le réseau de triangles s'y compose de 4 parties, savoir 1° la chaîne méridionale, qui part de la base de Christiania; 2° celle du nord, qui s'appuie sur la base de Lavanger, à l'Est de Drontheim, et renferme des stations élevées de 4000 à 6000 pieds au-dessus du niveau de la mer; 3° les triangles occidentaux, jusqu'à Bergen, où se trouve l'observatoire dirigé par M. Astrand; 4° le réseau central, où il y a aussi de hautes montagnes et des côtés de 14 et de 20 lieues. Les latitudes et azimuts astronomiques ont été mesurés en plusieurs points, et les différences de longitude entre Christiania, Stockholm et Copenhague ont été déterminées en 1869.

M. le colonel Ibanez a parlé des travaux géodésiques qui ont été exécutés en Espagne par l'Institut géographique. Le nombre total des points géodésiques de 1er ordre, pour lesquels les observations et les calculs sont déjà terminés, est de 111. Une des chaînes de triangles en cours d'exécution est le prolongement de la méridienne de Dun-

kerque sur le territoire espagnol; on espérait, en 1871, arriver dans deux ans à l'île de Formentera. Les nivellements de précision ont été commencés, quelques latitudes et azimuts ont été déterminés astronomiquement.

Quant à la Suisse, M. Hirsch a annoncé à la conférence que le 1er volume de la triangulation, contenant les observations originales, leurs réductions au centre et les valeurs probables des angles, était sous presse. Un 2me volume comprendra les calculs de compensation, aux stations aussi bien que pour tout le réseau. C'est le colonel Denzler qui a dirigé les opérations, elles ont presenté souvent bien des difficultés, ayant lieu quelquefois sur des cimes de 9000 à 10000 pieds de hauteur. Les calculs et la publication des travaux trigonométriques ont été remis à M. le professeur Schinz, et on s'y est arrêté aux dixièmes de seconde de degré.

Les coordonnées astronomiques ont été déterminées, non-seulement pour les 4 observatoires de Zurich, Genève, Neuchâtel et Berne, mais aussi pour les 3 stations alpestres du Weissenstein, du Righi et du Simplon. M. le professeur Plantamour, auquel on doit les travaux sur ces 3 cimes, est actuellement dans le même but sur le Gæbris, montagne de 3000 pieds dans l'Appenzell; il y aura la coopération de M. d'Oppolzer, du côté de l'Autriche, pour rattacher les opérations astronomiques entre les deux pays, comme cela a été fait au Simplon entre la Suisse et l'Italie. En tous ces points, on détermine non-seulement la latitude, la longitude et l'azimut, mais aussi l'intensité de la pesanteur.

La différence de longitude entre Genève et Neuchâtel a été publiée dès 1864 ; celle entre Zurich, Neuchâtel et le Righi l'a été en 1871, et des analyses de ces publi-

cations ont paru dans nos Archives de ces mêmes années. Les mémoires relatifs aux autres différences de longitude doivent paraître prochainement. M. Hirsch a réussi à échanger télégraphiquement, entre Neuchâtel et Milan, des signaux directement sur les chronographes, sans relais intermédiaires, malgré la grande distance entre ces deux villes. M. Plantamour a publié, en 1866 et 1872, deux mémoires sur ses expériences faites à Genève et au Righi avec le pendule à réversion.

La 4me livraison du *Nivellement de précision de la Suisse* va bientôt paraître, et les deux tiers de ce nivellement sont effectués. On a obtenu la jonction avec les réseaux badois, bavarois et autrichien, et M. Benz a opéré en 1871 dans les cantons de Zurich, Thurgovie et Saint-Gall. Le grand polygone qui traverse les Alpes ayant donné lieu par sa clôture à une différence d'environ 1m,2, la commission géodésique suisse a décidé, dans sa séance tenue le 5 mai 1872 à Neuchâtel, de charger M. Spahn d'effectuer de nouveau le nivellement du Saint-Gothard entre Lucerne et Locarno, afin de constater ainsi, si cela est possible, s'il y a eu erreur de mesure ou de calcul, ou si la différence de niveau tient à une déviation de la verticale produite par l'attraction du massif alpestre.

Ces derniers détails sont extraits du procès-verbal de cette séance publié à Neuchâtel par M. Hirsch. Cet astronome espérait alors pouvoir arrêter bientôt avec M. Delaunay, directeur de l'observatoire de Paris, les mesures à prendre pour la détermination télégraphique de la différence de longitude entre Paris et Neuchâtel. Le déplorable naufrage de bateau qui a causé la mort de ce savant français si éminent, le 5 août, près de Cherbourg, devra tout au moins retarder cette opération. La conférence tenue à

Vienne l'avait désigné pour faire partie de sa commission permanente, et il avait accepté cette nomination. Les autres membres actuels de cette commission sont : MM. de Fligely, président, Bauernfeind, vice-président, Bruhns et Hirsch, secrétaires, Ibanez et Baeyer.

Après les rapports des divers délégués, la conférence a discuté de nombreuses propositions qui lui ont été faites, soit par ses membres individuellement, soit par des commissions spéciales réunies pendant sa session, et elle a pris à leur sujet des décisions que je vais rapidement passer en revue, du moins en grande partie.

a) La conférence adresse au gouvernement hongrois la demande d'instituer quelques stations d'observations astronomiques (telles qu'une à Ofen, une en Transylvanie et une en Croatie), et de faire aussi exécuter en Hongrie un nivellement géométrique de précision, étendu également sur les lignes où il existe déjà un nivellement géodésique.

b) La conférence prie le gouvernement de Würtemberg de faire exécuter une nouvelle triangulation de premier ordre, qui puisse servir à la mesure des degrés en Europe, et d'établir dans ce royaume une station astronomique ou un observatoire (Tubingue a été spécialement désigné).

c) La conférence considère comme très-désirable qu'on établisse entre les triangulations de la Norwége, de la Suède et de la Finlande de nouvelles jonctions, plus au nord que celles qui existent maintenant (Il y en a déjà une entre les réseaux suédois et russes ; il en faudrait une autre entre les réseaux suédois et norwégien).

d) Il y a déjà 60 déterminations télégraphiques de différences de longitude exécutées pour la mesure des degrés en Europe (en y comprenant celles de Paris à Brest, à Strasbourg, à Biaritz et à Madrid). Il en reste encore une 50^{ne} à mesurer. Il y en aura encore 14 en Russie. Il serait utile d'avoir la ligne de Leyde à Greenwich et de remesurer celle de Greenwich à Paris. La commission désirerait ajouter encore aux lignes espagnoles les jonctions avec Oporto et Lisbonne. La détermination télégraphique de longitude, d'un côté entre Londres ou Berlin et Kertsch, et de l'autre entre Kertsch et Bombay, serait aussi très-désirable, surtout si elle pouvait se faire sans transmission par relais.

e) La commission astronomique et la conférence recommandent que tout point astronomique important (à l'exception des stations terminales d'un réseau) soit relié avec 2 ou 3 autres stations. A côté des points du 1er ordre, pour lesquels on détermine les 3 coordonnées, longitude, latitude et azimut, il est désirable d'en avoir beaucoup de 2me ordre, où l'on se contente des deux dernières de ces coordonnées.

f) Quant aux méthodes d'observation : pour la longitude, on peut observer les passages d'étoiles, soit au méridien, soit au cercle vertical de la polaire, avec un grossissement qui ne soit pas au-dessous de 60, et en ayant égard à ce que l'oculaire soit exactement au foyer pour chaque observateur. Il est désirable que les latitudes soient déterminées, soit par les hauteurs circomméridiennes, soit par les passages au premier vertical; on recommande aussi l'emploi de la lunette zénitale usitée dans le *Coast-Sur*-

vey des États-Unis d'Amérique. Quant à la mesure des azimuts, on recommande les deux nouvelles méthodes de MM. de Littrow et Bruhns.

g) La conférence émet le vœu que les déclinaisons des étoiles servant aux mesures de latitude soient déduites des observations de Leyde et de Leipsic, en consultant aussi les positions obtenues à Poulkowa et à Greenwich. Le travail dont il s'agit fait l'objet d'un mémoire de M. Bruhns, publié à la suite du *Compte rendu,* et qui est terminé par un catalogue des positions d'une 50ne d'étoiles au 1er janvier 1870.

h) Dans l'intérêt de l'uniformité, la majorité de la conférence recommande aussi, pour la mesure des degrés, l'emploi des méthodes de calcul publiées par le bureau central.

i) La conférence persiste à recommander la détermination de l'intensité de la pesanteur dans les points astronomiques principaux, au moyen d'un pendule à réversion construit d'après les indications de Bessel; de telles mesures sont aussi désirables pour les localités où des déviations de la verticale sont constatées ou soupçonnées. Pour que les résultats obtenus par les divers instruments puissent être comparés, la conférence souhaite qu'on fasse, en un point principal, des observations indépendantes, avec tous les pendules employés dans les différents pays..

k) La conférence adresse au gouvernement anglais la demande de faire installer à l'île d'Helgoland un appareil enregistreur, pour fixer le niveau moyen de la mer du Nord en ce point. Elle prie le gouvernement italien d'installer dans les ports de Paola, Ros-

sano, Taranto et Brindisi des appareils analogues, dits *maréographes*, de relier leurs échelles par des nivellements et de faire répéter ces opérations après un intervalle de dix ans. Elle fait la même demande aux municipalités de Venise et de Naples, et en général aux États maritimes faisant partie de l'association, pour déterminer, au moyen d'appareils enregistreurs, le niveau moyen de la mer dans le plus grand nombre possible de points sur leurs côtes.

l) La conférence désire que l'on fasse, aux frais de l'association, l'acquisition de la roue de Steinheil pour mesurer les bases, en lui donnant sa forme définitive. Elle demande qu'on acquière en outre, pour la mesure des degrés en Europe, un appareil ordinaire à mesurer les bases, qui réponde à toutes les exigences actuelles.

m) La conférence recommandait encore aux délégués d'envoyer en Suisse les mires qui ont servi aux nivellements de précision, pour qu'on pût les comparer, soit entre elles, soit à l'étalon de 3 mètres du bureau fédéral des poids et mesures à Berne. Cet envoi a été fait pour la plupart des pays allemands, et M. Hirsch a publié le résultat de la comparaison, dans le procès-verbal cité plus haut de la séance du 5 mai 1872 de la commission géodésique suisse.

M. le Dr Hügel, délégué de Hesse-Darmstadt, a exprimé le vœu, à la fin de la conférence de Vienne, que la prochaine réunion triennale eût lieu à Munich.

Le *Compte rendu* est terminé par quelques *Annexes*, dont une contient un résumé des procès-verbaux et des

notes sténographiées pendant les séances des commissions spéciales, et dont une autre, due à M. Bruhns, présente un tableau détaillé, accompagné d'une carte, des déterminations astronomiques en longitude, latitude et azimut, déjà exécutées, pour servir à la mesure des degrés en Europe, en y comprenant aussi les mesures du pendule.

L'analyse précédente de ce volume, toute sommaire qu'elle est, me paraît suffisante pour donner une haute idée des services importants déjà rendus à la science par l'*Association géodésique internationale*, et de ceux qu'on peut en attendre encore. Cet heureux et bienveillant concours ainsi établi entre les diverses nations de l'Europe, dirige et stimule leur activité pour l'entreprise de travaux nombreux et considérables, contribuant essentiellement à l'avancement de nos connaissances sur la figure de la Terre, et présentant aussi de grands avantages pour chacun des pays où ils s'exécutent. Il est très-satisfaisant pour des Suisses, de constater que, grâce aux allocations fédérales, notre petit pays, qui donne lieu à bien des difficultés pour ce genre d'opérations, est un des plus avancés dans leur exécution.

Chougny, près Genève, 19 août 1872.

Alfred Gautier.

QUELQUES MOTS

SUR LA

REPRODUCTION DE DEUX ESPÈCES HERMAPHRODITES

DU GENRE RHABDITIS

PAR

M. LE Dr H. VERNET.

L'étude de la formation des zoospermes et des œufs chez les nématodes a occupé un grand nombre d'anatomistes ; je ne puis pas entrer ici dans des détails sur les controverses souvent assez vives que cet intéressant sujet a soulevées; je me bornerai, avant d'exposer mes observations, à nommer les principaux savants qui sont entrés en lice : *De Siebold* [1], *Bagge* [2], *Kölliker* [3], *Reichert* [4], *Bischoff* [5], *Meissner* [6], *Nelson* [7], *Thompson* [8], *Munck* [9],

[1] *Siebold*, Burdach's Physiologie, 1837. — *Siebold*, Vergleichende Anatomie, 1848.

[2] *Bagge*, Dissertatio inauguralis de evolutione Strongyli auricularis et Ascaridis acuminatæ. Erlangæ, 1841.

[3] *Kölliker*, Neue Untersuchungen aus dem Gebiete der Anat. und Physiol., 1842.

[4] *Reichert*, Beitrag zur Entwicklungsgeschichte der Samenkörperchen bei den Nematoden in Müller's Archiv, 1847.

[5] *Bischoff*, Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei A. mystax. Zeitschrift f. wiss. Zool. 6ter Band, 1835.

[6] *Meissner*, Beiträge zur Anat. und Phys. von Mermis albicans. Zeitsch. f. wiss. Zool., 5ter Band, 1863.

[7] *Nelson*, The reproduction of the A. mystax. Phil. Transactions of the Royal Soc., 1852, part. II.

[8] *Thompson*, Ueber die Samenkörperchen, die Eier und die Befruchtung der A. mystax. Zeitsch. f. wiss. Zool., 8ter Band, 1856.

[9] *Munck*, Ueber Ei- und Samenbildung und Befruchtung bei den Nemat. Zeitsch. f. wiss. Zool., 9ter Band.

Claparède[1], *Schneider*[2], *Perez*[3], etc. On trouvera dans presque chacun de ces auteurs, et tout particulièrement dans *Claparède, Schneider* et *Perez*, un résumé des théories des savants que je viens de nommer. Je ne comparerai mes observations qu'à celles de ces deux derniers anatomistes, car les autres ne se sont pas occupés du genre *Rhabditis*, mais d'*Ascaris*, de *Strongylus*, de *Mermis*, etc.

Des deux espèces dont je donne plus bas la description, l'une est nouvelle, l'autre a déjà été étudiée par *Dujardin*[4], puis par *Perez*, mais ces deux savants ont confondu sous un même nom, au moins deux espèces qui n'ont aucun rapport entre elles. L'une d'elles est la *Pelodera teres* (Schn.) dont les sexes sont séparés et dont la forme extérieure est très-différente de la seconde espèce, *R. terricola*, dont nous allons nous occuper.

L'hermaphrodisme du *R. terricola* était resté inconnu à ces deux auteurs. *Perez* prétend que « les femelles, in- « dépendamment du mode de génération ordinaire, peu- « vent aussi se reproduire sans l'intervention de l'autre « sexe, et donner naissance à des individus jouissant « comme elles de cette faculté[5]. » Il suppose en outre que « la procréation des mâles exige la fécondation, et « qu'à son défaut la femelle ne peut engendrer que des « femelles. » Ce mode de reproduction serait donc une parthénogenèse facultative.

On n'est pas étonné de cette erreur lorsqu'on voit qu'il

[1] *Claparède*, De la formation et fécondation des œufs chez les Nématodes. Mém. de la Soc. de Physique de Genève, 1858.

[2] *Schneider*, Monog. der Nemat., 1866.

[3] *Perez*, Recherches sur l'anguillule terrestre. Annales des Sciences natur., t. 6, 1866.

[4] *Dujardin*, Hist. nat. des Helminthes, 1845, p. 240 et 241.

[5] *Perez*, loc. cit., p. 300.

confondait, sous un même nom, deux espèces ayant un mode de reproduction complétement différent. Ces femelles qui se passaient de mâles (hermaphrodites), étaient celles auxquelles je conserve le nom de *Dujardin R. terricola*, tandis que celles qui ne se reproduisaient qu'après un coït étaient les *R. teres* (Schn.). Ces dernières, privées de mâles, sont incapables de se reproduire, leurs deux uterus se remplissent d'œufs, mais ceux-ci ne se segmentent pas.

Perez émet en outre une théorie toute nouvelle sur la formation des œufs et des zoospermes. Le fond du tube sexuel, chez le mâle comme chez la femelle, serait rempli de noyaux, ceux-ci « vont toujours grossissant en s'éloi- « gnant du fond du tube, et s'isolant les uns des autres « par la disparition de la substance amorphe, et bientôt « un nucléole très-petit et très-brillant devient facile à « distinguer à leur centre. Peu après ils acquièrent une « paroi propre, et se transforment en une véritable vési- « cule pourvue d'un noyau sans nucléole[1]. » L'ovule tant mâle que femelle se trouverait donc composé d'après *Perez* d'une grande vésicule (noyau primitif), contenant un noyau formé d'une partie de la substance du noyau primitif.

Mes observations ne concordent pas tout à fait avec celles-ci. Ce mode de développement ne se rencontre pas non plus chez le *R. teres* que *Perez* a observé. Chez cette espèce, comme chez toutes celles que j'ai eu l'occasion d'étudier, le fond du tube sexuel est toujours garni de vésicules munies d'un noyau assez volumineux. C'est une vésicule ou cellule nucléée, et non un nucleus, qui est la formation primordiale. C'est du reste déjà de cette ma-

[1] *Perez*, loc. cit., p. 273.

nière que plusieurs auteurs avaient décrit le fond de la glande sexuelle. Nous verrons plus loin comment de ces cellules dérivent les zoospermes, pour le moment, restons dans les généralités.

Un autre point qui a été très-discuté était la pénétration des zoospermes dans l'œuf. Les œufs femelles une fois formés, abandonnent les ovaires et passent par les trompes à l'extrémité desquelles se trouve un renflement remplissant les fonctions de receptaculum seminis; c'est là qu'a lieu la fécondation.

Nelson [1], *Meissner* [2], *Thompson* [3], prétendaient que les zoospermes pénétraient dans l'œuf par un micropyle, d'autres soutenaient le contraire. *Bischoff*, après avoir nié la pénétration de la façon la plus formelle [4], finit par l'affirmer [5]. *Claparède* pensait que si les zoospermes ne pénétraient pas intégralement, il se pourrait qu'une substance émanant d'eux, pénétrât seule. Ce sujet avait un intérêt tout particulier, par le fait, qu'il n'était pas limité aux nématodes, mais s'étendait à presque tous les animaux; aussi de nombreuses recherches ont-elles été faites sur ce sujet, et la pénétration a été prouvée chez quelques vertébrés et invertébrés. *Schneider* la démontre chez beaucoup de nématodes, mais pour nos petites formes il dit [6]: « Chez

[1] *Nelson*, loc. cit.

[2] *Meissner*, Beobachtung über das Eindringen der Samenelemente in den Dotter. Zeitsch. f. wiss. Zool., 6ter Band, 1854.

[3] *Thompson*, loc. cit.

[4] *Bischoff*, Wiederlegung des von Dr Keber und Dr Nelson behaupteten Eindringen der Spermatozoiden in das Ei. Giessen, 1854.

[5] Bestätigung des von Dr Newport und Dr Barry behaupteten Eindringen der Spermatozoiden in das Ei. Giessen, 1854.

[6] Bei Leptodera und Pelodera kann man nur so viel sehen, dass das Vorderende der Eier beim Passiren der Tuba ganz hyalin ist. *Schneider*, Monog., p. 283.

« les Leptodera et les Pelodera on peut uniquement voir « que l'extrémité antérieure de l'œuf est transparente « lorsque celui-ci traverse les trompes. »

J'ai bien vu aussi cet espace plus lucide à l'un des pôles de l'œuf, mais je ne me crois pas en droit d'affirmer que c'était un zoosperme que j'avais devant les yeux, et sans vouloir donner tort à *Schneider*, car je crois à la pénétration, je dirai seulement que ce fait n'est pas prouvé pour les Rhabditis.

Le tube sexuel est doué d'un mouvement péristaltique très-prononcé, lequel sert, sinon à faciliter la pénétration, du moins à augmenter le contact des deux produits sexuels.

En ce qui concerne la prétendue parthénogenèse, *Schneider* nous montre qu'on ne la rencontre chez aucun nématode, mais que les espèces chez lesquelles on croyait avoir observé ce mode de reproduction étaient hermaphrodites. Il s'arrête là, et si l'on en excepte *Ascaris nigrovenosa*, il ne s'occupe pas davantage de ces espèces intéressantes; il ne les nomme même pas, ne sachant pas comment les faire rentrer dans son système essentiellement artificiel. Les caractères génériques sont pour lui la plus ou moins grande longueur de la queue, qui dépasse ou ne dépasse pas les ailes membraneuses, ainsi que le nombre et la disposition des papilles à la queue des mâles. Nos espèces étant hermaphrodites, et présentant dans leur forme extérieure tous les caractères des femelles et aucuns des mâles, il est en effet très-difficile de leur trouver une place dans le système. Ne pouvant les introduire dans aucun de ces genres, je crois devoir relever l'ancienne classification de *Dujardin* et les faire rentrer dans le genre Rhabditis que *Schneider* avait cru

devoir laisser tomber et qui, je trouve, a plus sa raison d'être, et des caractères plus naturels que les genres *Leptodera* et *Pelodera*. *Schneider* lui-même parle rarement de ces deux genres isolément, dès qu'il remarque quelque chose sur l'un d'eux, il ne tarde pas à faire la même observation sur l'autre, ce qui prouve leurs affinités réciproques et justifie en quelque sorte l'unité de genre établie par *Dujardin*.

J'ai cherché à trouver si d'autres Rhabditis que les *R. ascaridis nigrovenosæ* et *Lept. appendiculata* (Schn)[1], faisaient des migrations, et vivaient tantôt en parasites, tantôt en liberté sous une forme toute différente de la génération parasite. L'une des générations étant hermaphrodite et l'autre à sexes séparés, je n'ai malheureusement encore obtenu aucun résultat. J'ai enfermé des mollusques, des larves d'insectes, des lombrics, etc., dans des vases contenant des Rhabditis de plusieurs espèces et en très-grand nombre, mais la dissection de ces animaux ne m'a rien révélé. Il me semble cependant par analogie qu'il est, sinon certain, du moins probable que de telles migrations doivent se faire, et j'espère arriver un jour à les découvrir ; ce développement biologique, si je puis me servir de cette expression, étant du plus haut intérêt.

Après ce rapide exposé des traits généraux des Rhabditis, occupons-nous de chaque espèce en particulier.

Rhabditis terricola (Duj.).

Longueur de l'individu adulte 1mm,25 à 2mm,30[2]. La

[1] *Claus*, Beobachtung über die Organisation und Fortpflanzung von Leptodera appendiculata. Marburg, 1869.

[2] La longueur de l'individu adulte, ainsi qu'on vient de le voir, est sujette à de nombreuses variations, car pour cette espèce, comme pour

bouche est munie de six lèvres peu saillantes. Vestibulum long de 0^{mm},028, tapissé de parois de chitine assez épaisses. Œsophage long de 0^{mm},26, formant à la moité de sa longueur un premier renflement dans lequel les fibres musculaires sont plus marquées que dans le reste de son étendue, mais qui ne contient aucun appareil triturant. Le second renflement (Bulbus) contient, comme d'ordinaire chez les Rhabditis, une triple armure chitineuse servant à broyer les aliments. Elle est mise en mouvement par des fibres musculaires rayonnant à la périphérie du Bulbus.

L'intestin est composé de deux rangées de grosses cellules polygonales comme chez les Rhabditis à sexes séparés, et non pas de petites cellules polyédriques comme chez la génération hermaphrodite de l'*Ascaris nigrovenosa*. Le lumen est tapissé par une membrane homogène que *Perez* a très-bien représentée dans sa figure 10.

La queue est relativement assez courte : de son extrémité à l'anus elle mesure 0^{mm},15. Autour du rectum on trouve un certain nombre de cellules nucléées, lesquelles se rencontrent assez généralement chez les Rhabditis et sur la nature desquelles on a émis plusieurs opinions, cellules ganglionnaires, glandnleuses, etc. Je ne puis rien dire de positif sur ce point, mais je pencherais plutôt vers la seconde hypothèse.

les Rhabditis en général, la croissance dure à peu près pendant toute la vie. L'œsophage ne varie pas ou presque pas de longueur, ce qui s'explique très-bien. L'augmentation de volume du corps n'est pas une croissance proprement dite, mais plutôt un relâchement de ses parois, causé par la pression des organes sexuels dans lesquels les œufs s'accumulent de plus en plus. L'œsophage, dont les parois sont très-musculeuses, résiste à cet allongement, et l'intestin plus faible suit seul l'extension du tube cutano-musculeux qui compose les parois du corps.

Le porus excretorius est situé au côté ventral, un peu au-dessus du bulbus. Autour de l'œsophage on remarque un assez grand nombre de cellules ganglionnaires.

La couche musculaire, qui tapisse les parois du corps, est presque toujours parfaitement distincte: on la voit très-nettement composée d'une couche fibrillaire mince et d'une couche médullaire vésiculeuse. Outre ces muscles on rencontre encore des fibrilles s'insérant aux parois du corps et au tube digestif. Elles servent non-seulement à maintenir ce dernier dans sa position, mais aussi à lui faire faire quelques mouvements servant peut-être à la circulation. Autour de l'œsophage en particulier on voit un assez grand nombre de ces fibres musculaires.

L'appareil sexuel qui, dans le début n'existait que sous la forme d'une cellule située au milieu du corps, à l'endroit qui sera occupé par le vagin, l'appareil sexuel dis-je grandit et s'étend vers les deux extrémités de l'animal. D'après *Schneider* il se compose d'une colonne de germes (*Keimsäule*) et d'un stroma. Ce dernier, qui formera plus tard l'épithélium des trompes et de l'utérus, est très-clair et transparent, la colonne au contraire, destinée à former les cellules-mères des zoospermes, est plus foncée. Ces parties vont toujours en s'étendant, et enfin on distingue nettement les vésicules dont j'ai parlé plus haut, et nulle part les noyaux isolés de *Perez*. Ces vésicules augmentent de taille à mesure qu'elles s'éloignent des extrémités du tube et dans leur intérieur se fait un dépôt de granulations représentant le vitellus de l'œuf femelle. Elles sont les cellules de développement des zoospermes et se composent d'une membrane très-délicate [1] contenant le vi-

[1] Pour distinguer cette membrane il faut observer ces cellules dans l'eau : elles se gonflent, souvent elles éclatent et la membrane se voit assez facilement.

tellus et un nucléus. Ces cellules dans une grande étendue du tube sont reliées les unes aux autres par un rachis très-faible et qui peut facilement passer inaperçu.

Le tube sexuel à ce point de son développement représente physiologiquement le testicule des espèces à sexes séparés.

Enfin nous arrivons au point où se fait la multiplication de ces cellules-mères des zoospermes. *Schneider* ne nous dit presque rien sur ce sujet[1]. « En ce qui concerne « cette division pour Leptodera et Pelodera on peut seule- « ment dire que les plus grosses masses restent granulées, « et se décomposent en masses plus petites semblables. »

Perez non plus n'a pas pu voir le mode de multiplication des cellules-mères des zoospermes. *Claparède*, *Meissner*, *Bischoff* l'ont bien vu, mais leurs observations, qui du reste diffèrent beaucoup les unes des autres, se rapportent à d'autres genres: *Ascaris mystax*, *A. suilla*, *Mermis albicans*, *Strongylus auricularis*, etc., chez lesquelles la multiplication se fait tout autrement que chez nos Rhabditis.

Pour le *R. terricola* j'ai réussi à suivre pas à pas les phénomènes de la segmentation. Nous avons vu plus haut que les vésicules ou cellules de développement des zoospermes grandissent à mesure qu'elles avancent dans le tube sexuel. Le noyau persiste pendant très-longtemps, et c'est seulement au moment où va commencer la segmentation qu'il disparaît. La cellule s'allonge, s'étrangle à son milieu et enfin se divise en deux sphères qui ont

[1] Ueber diese Theilung lässt sich bei Leptodera und Pelodera nichts weiter berichten als dass die grossen Portionen gleichmässig körnig bleiben und in gleiche kleinere zerfallen. *Schneider*, Monog., p. 272.

tout à fait la même apparence que la cellule-mère, sauf qu'elles sont plus petites [1]. Ces petites sphères ne sont pas encore les spermatozoïdes, elles doivent se diviser encore une fois.

La seconde segmentation se fait de la même manière que la première, et immédiatement après, mais elle est plus difficile à remarquer, soit à cause de la petitesse des cellules, soit à cause de la rapidité avec laquelle elle s'accomplit. Le résultat de cette seconde segmentation est la production de deux petites sphères à contenu granulé, dans lesquelles on voit un petit noyau très-réfringent. Ces sphères ne sont autres que des zoospermes parfaits.

Ce mode de segmentation de la cellule-mère est intéressant par le fait que dès la première division les sphères de segmentation deviennent libres et, sauf la taille, sont tout à fait semblables aux cellules-mères non segmentées. Les zoospermes ainsi produits se rassemblent à l'entrée des trompes, en attendant là le passage des œufs. Ils ne subissent pas toutes les modifications que *Claparède* nous a si bien représentées pour ceux de l'*A. suilla* et du *Strongylus auricularis* [2]. Ils restent sphériques, et leur petit nucléus devient de plus en plus distinct.

Dès que la production des zoospermes s'arrête, le fond

[1] Pour observer cette segmentation on doit isoler les cellules-mères, car elles ne sont pas assez distinctes dans le tube sexuel. Le meilleur moyen est de couper en deux l'animal à l'endroit où se fait la segmentation. Quelques cellules sortent du tube, et il arrive quelquefois qu'il s'en trouve une ou deux en train de se segmenter. Dans l'eau, avons-nous vu, les cellules se gonflent et se décomposent. Pour parer à cet inconvénient, je me servais de blanc d'œuf délayé dans un peu d'eau.

[2] *Claparède*, loc. cit., pl. V.

du tube sexuel s'élargit un peu, et produit des ovules femelles sans qu'il y ait aucune interruption dans la production. Il est difficile, sinon impossible de dire exactement le moment de ce changement, tant les ovules mâles et femelles se ressemblent. Le rachis s'élargit beaucoup, il occupe environ $^{1}/_{5}$ de la largeur totale du tube sexuel. C'est à la présence de ce fort rachis que l'on reconnaît le mieux que cette glande a fini de fonctionner comme organe mâle.

En ce qui concerne les œufs, je n'ai rien de particulier à dire : ils croissent, puis se segmentent comme chez les espèces déjà connues. La membrane vitelline ne se forme qu'après la fécondation et reste toujours très-mince. Les trompes, de même que chez les rhabditis à sexes séparés, sont tapissées par deux rangées de grandes cellules hexagonales à contours bien déterminés. Les œufs sont relativement petits, $0^{mm},061$ de longueur, $0^{mm},043$ de largeur, aussi sont-ils contenus en très-grand nombre dans un seul individu, souvent plus de cent. Ils séjournent assez longtemps dans les utérus et s'y développent. La segmentation se fait très-régulièrement [1]. Sur un seul *R. terricola*, fonctionnant comme femelle, on peut suivre toutes les phases du développement jusqu'à la naissance des embryons. Ces derniers sortent des œufs dans le corps de la mère et ne tardent pas à arriver au dehors en passant par la vulve, cela lorsque l'uterus est bien garni, mais lorsqu'il est moins rempli, et que, par conséquent, aucune pression n'est exercée sur les jeunes, ceux-ci séjournent encore longtemps dans le corps maternel, et de même que

[1] Je ne reviens pas sur le développement de l'œuf après la fécondation, développement qui a été déjà plusieurs fois décrit. (Voir *Schneider*, Monog., p. 290 et suiv.)



ceux du *R. ascaridis nigrovenosæ*, ils détruisent tous les organes de leur mère. Il n'est pas rare d'en rencontrer ainsi emprisonnés, qui sont à leur seconde mue ; je dirai même plus, il m'est arrivé d'en voir qui n'abandonnaient les restes décomposés de leur mère, que lorsqu'ils étaient prêts eux-mêmes à se reproduire, c'est-à-dire lorsque leurs utérus étaient remplis d'œufs. Toute la période pendant laquelle ils avaient fonctionné comme mâles, et le commencement de celle pendant laquelle ils ne remplissaient plus que les fonctions de femelles, s'était écoulée dans le corps maternel.

Il arrive, quand les utérus sont remplis outre mesure, que les œufs sont chassés au dehors avant l'éclosion. S'ils ont atteint un certain degré de développement, c'est-à-dire si l'embryon est déjà bien visible dans leur intérieur, ils continuent à se développer aussi bien que s'ils étaient restés dans le corps de leur mère.

Rhabditis Leuckarti (n. sp.)[1].

Longueur de l'individu adulte $0^{mm},90$ à $1^{mm},30$. La bouche, comme chez l'espèce précédente, est munie de six lèvres peu saillantes. Le vestibulum est court, $0^{mm},006$, à parois chitineuses assez fortes. L'œsophage long de $0^{mm},17$, présente outre le bulbus deux renflements se suivant immédiatement. Le bulbus contient, comme chez le *R. terricola*, une triple armure chitineuse. L'intestin est aussi composé de deux rangées de cellules polygonales.

[1] Je suis heureux de pouvoir adresser ici publiquement mes remerciements à M. le professeur Leuckart pour l'extrême obligeance avec laquelle il a bien voulu me recevoir dans son laboratoire pendant cet hiver 1872, et lui exprimer ma reconnaissance pour les précieux conseils qu'il a bien voulu me donner.

La queue est relativement plus longue et plus effilée que chez le *R. terricola*, $0^{mm},12$ de l'anus à son extrémité. On trouve aussi des cellules autour du rectum. Centre nerveux bien développé, entourant l'œsophage. Porus excretorius à la hauteur du bulbus.

La formation des zoospermes est dans cette petite espèce encore moins distincte que chez la précédente. On voit au fond du tube sexuel, lorsqu'il commence à fonctionner comme organe mâle, les cellules-mères des zoospermes groupées trois à quatre sur un même plan, comme si elles tenaient à un rachis, mais il m'a été impossible de reconnaître l'existence de ce dernier, je crois même pouvoir affirmer qu'il manque entièrement. Outre les ovules, à l'axe du tube, on remarque une ligne plus sombre, formée par une accumulation de granules. Peut-on considérer cela comme un rachis ? je ne le crois pas, car les ovules ne semblent pas y être fixés. Cette ligne foncée devient de plus en plus marquée, à mesure que l'on descend dans le tube. Quand notre ver avance en âge, c'est-à-dire lorsqu'il fonctionne comme femelle, cette ligne devient moins bien limitée, tout le tube prend une teinte foncée provenant de l'accumulation des granules vitellins dans les ovules.

La segmentation des cellules-mères en quatre cellules-filles se fait comme chez l'espèce précédente.

Une fois la production des spermatozoïdes terminée, les ovules femelles apparaissent. Ils sont plus grands que les ovules mâles (ou cellules de développement des zoospermes), tellement que, loin d'être contenus trois à quatre sur un même plan, il n'y en a qu'un seul. Ils sont disposés en rangées alternantes, c'est-à-dire que l'un touche la paroi de droite, l'autre celle de gauche et ainsi de suite.

Rarement on en voit deux, à côté l'un de l'autre, et on ne trouve aucune trace de rachis. L'absence de rachis nous conduit à penser qu'il n'est pas une partie absolument nécessaire à la formation des zoospermes et des œufs, ainsi que le croyaient plusieurs auteurs. Dans la partie inférieure du tube, les granules vitellins s'amassent en assez grand nombre, l'œuf grandit de plus en plus, et enfin arrive au point où il sera fécondé.

La segmentation de l'œuf se fait comme chez l'espèce précédente, il en est de même pour la formation de l'embryon, seulement au lieu d'être vivipare le *R. Leuckarti* est ovipare. Les œufs dans notre espèce sont à peu près aussi grands que ceux du *R. terricola* $0^{mm},05$, tandis que le ver lui-même reste sensiblement plus petit. On rencontre rarement des individus contenant plus de trente œufs (généralement guère plus de quinze), or si les œufs devaient éclore dans le corps de la mère, le nombre des descendants serait très-restreint et l'espèce en souffrirait dans le nombre de ses représentants.

Il n'est pas rare de surprendre un individu pendant la ponte; on voit alors les œufs franchir très-rapidement le vagin et la vulve, pour arriver à l'extérieur. Quelquefois il pond les œufs à d'assez grands intervalles les uns des autres, mais il est encore plus fréquent de voir plusieurs œufs abandonner les utérus dans un très-court espace de temps.

La segmentation et le développement de l'embryon dans l'œuf est plus rapide que chez le *R. terricola*, ce qui contribue encore à égaliser la puissance reproductrice de ces deux espèces.

Explication des figures.

Fig. 1. Portion antérieure du *R. terricola.*
v. Vestibulum.
œ. Œsophage avec fibres musculaires transversales.
b. Bulbus muni de son appareil triturant.
i. Intestin.
n. Centre nerveux avec cellules ganglionnaires.
m. Muscles qui tapissent les parois du corps.
f.m. Fibrilles musculaires fixant l'œsophage aux parois du corps.
p.e. Porus excretorius.
Fig. 2. Portion antérieure du *R. Leuckarti*[1].
Fig. 3. Portion postérieure du *R. terricola.*
a. Anus.
g. Cellules glandulaires.
Fig. 4. Portion postérieure du *R. Leuckarti.*
Fig. 5. A. Cellule de développement des zoospermes.
B. Zoosperme.

[1] Les lettres des fig. 2 et 4 ont la même signification que celles des fig. 1 et 3.

RECHERCHES

CHIMIQUES ET CRISTALLOGRAPHIQUES SUR DIVERS SELS

PAR

M. H. TOPSOE

(Extrait par l'auteur [1].)

Hyposulfate de fer, $FeS^2O^6 + 7H^2O$. Ce sel, auquel Heeren avait attribué antérieurement la formule $FeS^2O^6 + 5H^2O$, cristallise sous des formes appartenant au système triclinoédrique. Ses cristaux perdent dans l'air sec une molécule d'eau. Les éléments cristallographiques sont :

$$a : b : c : = 1 : 0{,}4498 : 0{,}4243$$

$$001 : 010 = 81^\circ 2'.\quad 001 : 100 = 62^\circ 52'.\quad 100 : 010 = 102^\circ 43',5.$$

$$\xi = 107^\circ\, 10',5.\quad \eta = 120^\circ\, 36'.\quad \zeta = 70^\circ\, 38',5.$$

Formes observées :

$(100)\ (110)\ (010)\ (011)\ (0\bar{1}1)\ (\bar{2}11)\ (001)\ (\bar{1}01)\ (\bar{2}01)$

Les cristaux sont aplatis suivant (100) ou (110) qui sont en même temps les directions de clivage.

Les *hyposulfates de nickel, de zinc, de magnésium* ont pour formule : $MS^2O^6 + 6H^2O$, et sont parfaitement isomorphes avec le sel de manganèse décrit antérieurement par M. Marignac.

[1] Le mémoire contenant le détail des observations dont M. Topsöe a eu l'obligeance de nous envoyer un résumé, doit être publié prochainement, s'il ne l'est déjà, dans les *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Vienne*. C. M.

Les éléments cristallographiques sont :

	Sel de nickel.	Sel de magnésie.
$a : b : c$:	= 0,6842 : 0,9819 : 1	0,6895 : 0,9858 : 1
001 : 010	= 88° 38′	89° 44′
001 : 100	= 61 43	61 48
100 : 010	= 86 75	86 27
ξ	= 89° 29′	89 32
η	= 118 15,2	118 10
ζ	= 93 37	93 21

Formes observées :

(110) ($\bar{1}$10) (100) (011) ($\bar{1}$12) ($\bar{1}$01) ($\bar{1}\bar{1}$2) (0$\bar{1}$1)

parfois aussi la base (001) pour le sel de magnésie.

Quelques angles seulement ont été mesurés pour le sel de zinc et établissent son isomorphisme parfait avec les précédents.

Tous ces sels offrent des clivages parfaits parallèlement aux faces (100), (110) et ($\bar{1}$10). Ils forment ordinairement, comme le sel de manganèse, des prismes ou aiguilles striées, un peu aplaties suivant (110) ou (100), et le plus souvent sans faces terminales.

L'hyposulfate de cadmium, $CdS^2O^6 + 6H^2O$, cristallise sous des formes qui ne semblent pas pouvoir être rapprochées des précédentes, bien qu'elles appartiennent au même système cristallin. Les cristaux, sur lesquels j'ai observé les formes (100), (010), (110), (001), ($\bar{2}\bar{1}$1), (0$\bar{1}$1), sont ordinairement aplatis suivant (100) ; les faces ($\bar{2}$11) et (0$\bar{1}$1) sont rarement bien développées.

Les éléments, dont la détermination exacte présente assez de difficulté par suite de la déliquescence des cristaux, sont :

$$a : b : c = 1 : 0,8315 : 0,8146$$
$$001 : 010 = 90^\circ 45'; \; 001 : 100 = 73^\circ 13'; \; 100 : 010 = 112^\circ 17',5.$$
$$\xi = 96^\circ 15',5 \quad \eta = 107^\circ 52' \quad \zeta = 66^\circ 55'.$$

Clivage facile parallèle aux faces (100), un peu moins parfait suivant (110).

L'hyposulfate de cobalt, auquel Heeren avait attribué la formule $CoS^2O^6 + 6H^2O$, cristallise, suivant mes recherches, à la température ordinaire, avec 8 molécules d'eau; mais les cristaux s'effleurissent à l'air sec et perdent dans un dessiccateur au-dessus de l'acide sulfurique 2 molécules d'eau. Les cristaux tabulaires, doublement obliques, se distinguent par le petit nombre de faces, savoir : (001), (100), (010), $(1\bar{1}0)$, $(1\bar{1}1)$, parmi lesquelles les deux dernières sont très-peu développées. Les éléments sont :

$$a : b : c = 1 : 0,8682 : 0,9748$$
$$001 : 010 = 72^\circ 24'; \; 001 : 100 = 89^\circ 10'; \; 100 : 010 = 74^\circ 39'.$$
$$\xi = 108^\circ 14' \quad \eta = 85^\circ 12' \quad \zeta = 106^\circ 4'.$$

Les cristaux se clivent très-facilement suivant les faces (001) et (100).

Les *arseniates de potasse et d'ammoniaque,* MH^2AsO^4, dont les formes cristallines sont connues depuis les recherches de Mitscherlich, ont, suivant de nombreuses déterminations que j'ai exécutées, des dimensions tout à fait en accord avec celles des phosphates correspondants, de sorte qu'on observe ici les mêmes différences entre le sel de potasse et le sel d'ammoniaque :

Arséniate de potasse,	$a : c = 1 : 0,6633$,	$111 : \bar{1}11 = 57^\circ 52'$
» d'ammoniaque,	$a : c = 1 : 0,7096$,	$111 : \bar{1}11 = 60^\circ 7'$

Le *chlorate de strontiane,* auquel M. Souchay, il y a

quelques années, avait attribué la formule $SrCl^2O^6 + 5H^2O$, cristallise, d'après mes recherches, sans eau de cristallisation, en octaèdres rhomboïdaux déliquescents, dont les arètes longitudinales sont tronquées par le prisme (110). Outre ces formes on observe des faces d'un autre octaèdre (311), comme des biseaux sur les angles latéraux à l'extrémité de l'axe *a*, qui cependant ne se trouvent qu'à la moitié supérieure des cristaux qui, par suite, sont hémièdres. La déliquescence des cristaux fait que les mesures ne peuvent être prises avec exactitude ; elles m'ont donné :

$$a : b : c = 1 : 0{,}9174 : 0{,}6003.$$

Le chlorate bibasique de mercure, $HgO.HgCl^2O^6 + H^2O$, qu'on obtient en dissolvant du bioxyde de mercure en excès dans de l'acide chlorique étendu, cristallise par évaporation spontanée de la dissolution en cristaux limpides assez grands, dont les faces sont douées d'un éclat adamantin. Ils appartiennent au système rhombique ; les formes observées sont (010), (110), (100), (011), (031), (111). Les cristaux sont tabulaires suivant (010), tandis que les faces de la forme (111) sont très-petites,

$$a : b : c = 1 : 0{,}7974 : 0{,}6459.$$

Par l'action de l'eau chaude, le sel se décompose en séparant du bioxyde de mercure.

Le bromate correspondant s'obtient, soit en précipitant une solution de nitrate de bioxyde de mercure par le bromate de potasse, soit par la dissolution du bioxyde de mercure dans de l'acide bromique étendu, à l'acide de la chaleur. Le sel cristallise alors par refroidissement de la liqueur pendant que (dans le dernier cas) un sel neutre,

décrit par M. Rammelsberg, reste en solution. Les cristaux sont complétement isomorphes avec ceux du chlorate [$a : b : c = 1 : 0,7997 : 0,6278$], dont on observe aussi les formes chez le bromate à l'exception seule qu'au lieu du prisme horizontal (031) du chlorate, on trouve chez l'autre sel le prisme (012).

Le bromate de cadmium contient d'après mes recherches, 2 molécules d'eau — en analogie alors avec les observations de M. Wächter — tandis que M. Rammelsberg lui avait antérieurement donné la formule $CdBr^2O^6 + H^2O$. Il cristallise en prismes rhomboïdaux (110) dont les arrètes sont coupées par des faces de deux autres prismes (012) et (320), et qui sont terminés par des faces des prismes horizontaux (101), (201) et (011). Outre ces formes on rencontre souvent des faces d'octaèdre, savoir (111), (121) et (122). Les cristaux sont limpides, à faces très-éclatantes. Les dimensions sont $a : b : c = 1 : 0,9884 : 0,7392$.

Le bromate de cuivre, $CuBr^2 O^6 + 6H^2O$, cristallise comme les bromates de magnésium, de zinc, etc., en octaèdres, dont les angles sont tronqués par des faces d'hexaèdre. Il ne jouit pas de réfraction double. M. Rammelsberg ne lui avait attribué que 5 molécules d'eau.

Le sulfate de platinodiamine, $Pt(NH^3)_4 SO^4$ (sulfate de la base de Peyrone), cristallise comme l'a remarqué M. Peyrone en octaèdrés quadratiques, dont les angles culminants sont tronqués par la base. Outre ces formes, on rencontre des faces des octaèdres (113) et (201). Les dimensions sont $a : c = 1 : 1,0250$ (c axe vertical).

Le séléniate d'ammoniaque neutre, obtenu par saturation de l'acide sélénique et l'évaporation spontanée de la

solution, cristallise en prismes ou tables appartenant au système monoclinoédrique. Les formes que j'ai observées sont : la base (001), suivant laquelle les cristaux sont souvent tabulaires, le prisme (011), les deux hémipyramides (111) et ($\bar{1}11$), et les formes (100) et (101). Les dimensions sont $a : b : c = 1,2065 : 1 : 1,9013$, l'angle que font entre eux les axes obliques $a : c =$ 64°27'. Les propriétés optiques confirment entièrement l'admission du système oblique. Quoique j'aie préparé ce sel plusieurs fois, je l'ai toujours obtenu sous ces formes, qui ne peuvent se rapporter aux cristaux rhombiques que M. von Lang a décrits il y a quelques années, et qui sont isomorphes avec le sulfate neutre d'ammoniaque. Il semble donc que le séléniate soit dimorphe, mais puisque je n'ai pas réussi à obtenir les cristaux rhombiques, j'ignore complétement les conditions sous lesquelles ils se forment. L'analyse des cristaux monoclinoédriques, qui ne contiennent, du reste, que de l'acide sélénique et de l'ammoniaque, et qui réagissent neutres au papier de tournesol, m'ont donné 43,7 p. c. de sélénium, ce qui s'approche assez des 44,1 p. c. qu'exige la formule.

Le sulfate de Glucinium, $BeSO^4+4H^2O$. Les cristaux quadratiques sont des octaèdres dont les angles latéraux sont tronqués par des faces d'un prisme. Lorsqu'on prend l'octaèdre comme octaèdre inverse (101) et le prisme comme prisme normal (110) — ce qui semble convenable pour faire ressortir les rapports qui existent entre ce sel et le séléniate rhombique — les dimensions se trouvent, d'après un grand nombre de mesures, $a : c = 1 : 0,9461$ (c axe vertical) $101 : 10\bar{1} = 011 : 01\bar{1} =$ 93°10,5'.

Le séléniate de Glucinium, $BeSeO^4+4H^2O$. Les cristaux rhombiques sont des combinaisons de deux prismes (101) et (011) qui souvent sont développés de manière à former un octaèdre. Ils ressemblent complétement aux cristaux du sulfate, et se rapprochent également en ce qui concerne leurs angles des formes quadratiques: $a:b:c = 1.: 0,9602: 0,9027$, $101 : 10\bar{1} = 95°51'$, $011 : 0\bar{1}1 = 93°32'$. Il y a donc ici un nouvel exemple de cet isomorphisme entre des substances dont les formes appartiennent à différents systèmes cristallographiques, sur lequel M. Marignac a depuis longtemps appelé l'attention. Cependant, pour prouver que les rapports de symétrie, en dépit des opinions rigoureuses de quelques cristallographes, ne mettent pas dans la nature entre les divers systèmes des barrières infranchissables, et qu'ils ne s'opposent pas à élargir la notion exacte d'isomorphie de manière à embrasser tous les cas où on trouve des analogies dans les angles sans égard aux différences dans les systèmes cristallins, j'ai essayé de faire cristalliser ensemble ces deux sels, pour voir s'ils forment des « mélanges isomorphes. » Les nombreuses expériences que j'ai entreprises m'ont donné des résultats assez satisfaisants, savoir que les deux sels en question donnent aisément lieu à des combinaisons, dans lesquelles la proportion entre les deux acides varie suivant la composition de la solution, d'où elles ont cristallisé. Mais, comme les deux sels appartiennent à deux systèmes différents, les produits de leur réunion doivent nécessairement apparaître, tantôt avec des formes quadratiques, ce qui arrive lorsque la proportion de l'acide sulfurique s'élève au-dessus de 7,3 atomes pour un d'acide sélénique, tantôt sous des formes

rhombiques, toutes les fois que la quantité de l'acide sulfurique s'abaisse au-dessous de 4 atomes pour chaque atome d'acide sélénique.

Je me suis, du reste, proposé, puisque la question me semble avoir quelque intérêt, d'étendre ces recherches à d'autres substances, parmi lesquelles les chlorates de soude et d'argent, à ce qu'une expérience préliminaire m'a prouvé, semblent aussi pouvoir donner des combinaisons à composition variable.

LE

MOUVEMENT APÉRIODIQUE

DES AIMANTS AMORTIS

PAR

M. E. DU BOIS-REYMOND

(Suite [1].)

Détermination plus exacte des conditions expérimentales dont dépend le mouvement apériodique des aimants.

Pour entrer plus avant dans le sujet, il est nécessaire de remplacer dans ce qui suivra 2ε et n^2 par leurs valeurs. Nous avons déjà trouvé plus haut (25) la valeur de n^2, mais il convient de distinguer l'intensité permanente de l'aimant ι du magnétisme induit par la composante horizontale H du magnétisme terrestre η H; leur moment pour des forces parallèles étant m' il vient:

$$n^2 = \frac{(\iota + \eta H)\, m' H}{M}.$$

Appelant de plus $\mathbf{m}'$ le moment exercé sur chaque unité d'intensité de l'aimant par le courant qu'il développe dans l'amortisseur par son mouvement de rotation, et x une constante qui a entre autres facteurs, la constante d'induction et la conductibilité électrique de l'amortisseur, nous aurons :

$$2\varepsilon = -\left(-\frac{x\,\mathbf{m}'^2(\iota + \eta H)^2}{M}\right)\cdot$$

$$r = \frac{1}{2M}\sqrt{\iota + \eta H}\sqrt{x^2\,\mathbf{m}'^4(\iota + \eta H)^2 - 4m' H M}$$

[1] Voyez pour la première partie, *Archives*, tome XLIV, p. 312.

On voit par cette formule que le mouvement de l'aimant devient d'autant plus vite apériodique que M et H sont plus petits. Pour réaliser cette condition on pourra employer l'une quelconque des méthodes propres à rendre l'aimant astatique, savoir celle des deux aiguilles inverses reliées ensemble, celle qui consiste à disposer l'axe de rotation de l'aimant dans la direction de l'aiguille d'inclinaison ou enfin l'approche d'un aimant secondaire inverse de celui de la terre. C'est cette dernière méthode que M. du Bois-Reymond a choisie de préférence, et qu'il a appliquée depuis longtemps à ses recherches sur l'électricité animale. Avec la boussole de Wiedemann[1] qui est munie d'un amortisseur très-puissant, on parvient très-facilement à produire le mouvement apériodique de l'aimant à miroir en approchant graduellement un aimant secondaire. Faisant partir l'aimant d'un point quelconque situé à 90° ou moins de sa position d'équilibre, on arrivera en approchant graduellement l'aimant secondaire à avoir d'abord un mouvement oscillatoire, puis seulement 3 ou 2 oscillations, puis plus d'oscillations du tout, l'aimant ne dépasse plus alors la position d'équilibre et le mouvement est devenu absolumemt apériodique. Plus le point dont part l'aimant est éloigné, plus il faudra approcher l'aimant secondaire pour réaliser le mouvement apériodique. Lorsqu'on approche trop l'aimant secondaire, l'aiguille de la boussole se renverse, mais auparavant on arrive à ce que $n = 0$, $r = \varepsilon$ et à ce que l'aiguille se trouve dans l'état indiqué par la théorie et qui consiste en ce qu'il se meut comme un corps placé dans un milieu qui lui oppose une résistance proportionnelle à sa vitesse. Au

[1] Voyez *Wiedemann*, die Lehre vom Galvanismus, etc. Brunswick, 1863, tome II, p. 198.

delà le mouvement s'accomplit suivant les conditions indiquées par l'équation (5) et finit enfin par redevenir périodique.

Nous considérerons dans ce qui suit le *temps du retour au repos*, c'est-à-dire, le temps qui s'écoule entre le moment où il quitte un point où il était au repos pour se porter sur sa nouvelle position d'équilibre, et celui où il n'est plus séparé de cette position d'équilibre que par un intervalle inappréciable. Il est important de connaître les conditions expérimentales dont dépend la prolongation plus ou moins grande de cet intervalle de temps. Il est d'autant plus grand que le point de départ ξ est plus éloigné. Ainsi, avec l'aimant à miroir que nous décrirons plus loin, l'aimant secondaire étant à $298^{mm},5$ de distance, le temps du retour au repos a été pour

$$\xi = 25^{\text{divis.}}, \text{ de } 4^{\text{sec.}},2 ; \quad \xi = 500^{\text{divis.}}, \text{ de } 5^{\text{sec.}},2.$$

Un autre moyen de produire l'apériodicité est de rendre le moment d'inertie M aussi petit que possible. Le temps du retour au repos d'un aimant à mouvement apériodique est rendu sensiblement plus petit, si le moment d'inertie est diminué. Si on pose dans l'équation (12) $\varepsilon = \frac{\alpha}{M}$, α étant une constante et que l'on différencie par rapport à M, on a pour $\frac{dx}{dM}$ une valeur positive; x pour un même temps est d'autant plus petit que M lui-même est plus petit. L'expérience confirme cette conclusion.

Il est facile de reconnaître également qu'à partir du cas extrême $r = o$, x croît constamment pour un temps donné t, jusqu'à $r = \varepsilon$, le retour au repos dure d'autant plus longtemps que n est plus petit, jusqu'à ce que l'aimant devenu absolument astatique demeure au repos dans

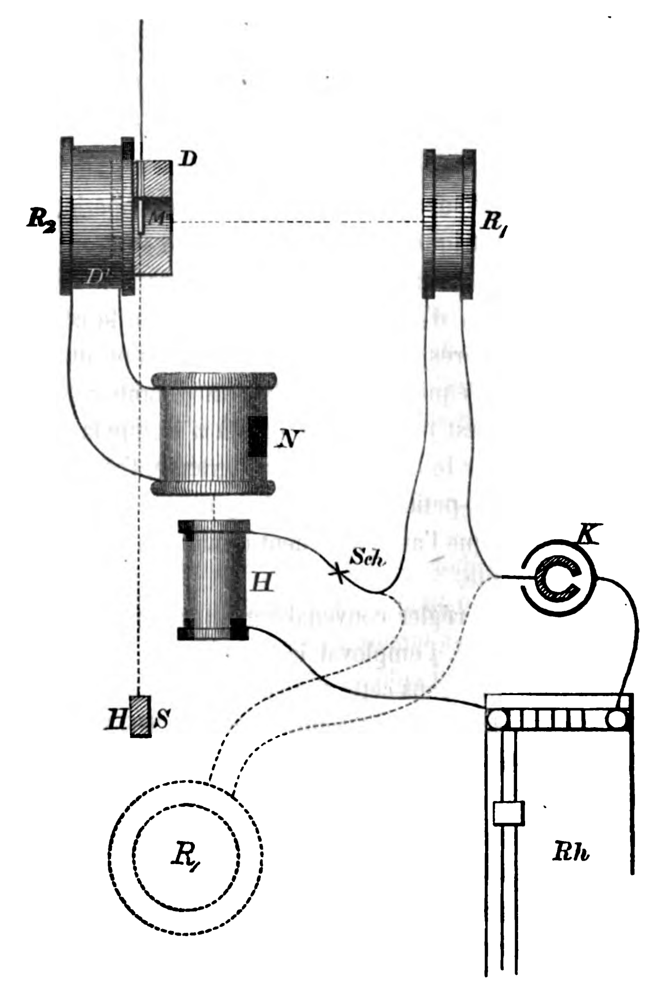
toute position. De plus, on voit sans peine que le temps nécessaire au repos croît rapidement lorsque la distance de l'aimant secondaire diminue.

Confirmation des résultats théoriques obtenus pour le mouvement apériodique des aimants dans le cas d'une vitesse initiale.

Si on fait agir sur un aimant à mouvement apériodique un courant électrique constant d'une durée suffisante, on voit cet aimant tendre lentement et sans oscillation à la nouvelle position d'équilibre déterminée par le courant comme lorsqu'après l'avoir dévié d'une certaine quantité de sa position d'équilibre on l'y laissait retomber. Seulement, lorsque ε est précisement égal à n et que la déviation produite par le courant est très-grande, l'aimant dépasse d'une très-petite quantité la position d'équilibre. Cela tient à ce que l'amortissement diminue avec une déviation croissante.

Pour pouvoir régler convenablement la vitesse initiale c et la déviation ξ, j'employai la disposition représentée dans la figure 4. Dans cette figure M est l'aimant miroir, DD' son enveloppe amortissante de cuivre, HS la section de l'aimant secondaire, K une pile de Grove, *Sch* une clef, *Rh* un rhéochorde, H la bobine principale, N la bobine secondaire d'un inducteur à traîneau d'un grand modèle. Les portions de l'appareil qui agissent d'une manière appréciable l'une sur l'autre sont reliées par des droites pointées; nous appellerons B la distance entre H et N prise de milieu à milieu. Lorsque l'interrupteur est fermé, la bobine R_1 fait dévier l'aimant. En ouvrant l'interrupteur, on laisse retomber l'aimant et on lui communique en même temps une vitesse initiale de même sens que la force di-

rectrice par suite du courant induit en N auquel on a soin de donner une direction convenable.



On peut régler de deux manières la déviation et l'impulsion communiquée au retour, la première à l'aide du rhéochorde ou par le déplacement de R_1, la seconde par

le déplacement de l'une ou de l'autre des bobines H et N. Avec cette disposition on peut réaliser les différents cas considérés dans l'exposition théorique que nous avons donnée de ce sujet et contrôler exactement les résultats obtenus.

On amène d'abord la bobine R_1 dans une position telle qu'elle ne puisse plus absolument influer sur l'aimant, c'est ce qu'indique la portion ponctuée de la figure. La bobine H se trouve d'une manière permanente dans une position telle qu'elle ne peut influencer cet aimant. De plus on éloigne N de H suffisamment pour que le dit aimant reste immobile lorsqu'on ouvre et ferme le commutateur. Ensuite on ramène R_1 à la position voulue et on règle le courant à l'aide du rhéochorde de façon à ce que le miroir soit dévié jusqu'à l'extrême limite de l'échelle. En ouvrant puis fermant à plusieurs reprises *S c h*, on le fait tomber plusieurs fois de la même hauteur et on cherche la position à donner à l'aimant secondaire pour que le mouvement commence à devenir apériodique, cela étant, on peut faire les deux expériences suivantes.

1re Expérience. Ayant à la boussole une déviation quelconque ξ, réglée à volonté avec le rhéochorde, on approche la bobine secondaire N de H suffisamment pour que, à l'ouverture du circuit, l'aimant en retombant ne dépasse le zéro que de la plus petite quantité appréciable ; soit B' la distance établie pour ce résultat-là entre H et N. L'équation ci-dessus $c = \varepsilon \xi$ se réalise dans ce cas très-exactement, de plus, en vertu de la disposition de l'expérience c est ici proportionnel à ξ, c'est-à-dire, qu'on a aussi $c = a \xi$, a étant une constante, par conséquent, aussi $\varepsilon = a$. Ainsi donc, une fois B' déterminé pour un ξ quelconque, on pourra changer ξ avec le rhéochorde, sans

que pour cela l'aimant cesse, quel que soit le point dont il retombe, de ne dépasser le zéro que d'une quantité à peine sensible. L'expérience comme le calcul démontrent, et d'ailleurs cela va de soi, que la durée du retour au repos est plus petite avec que sans vitesse initiale.

2me *Expérience.* Les conditions ci-dessus se trouvant remplies et quelle que soit la déviation ξ qu'on eût à ce moment-là, on amène la bobine R_1 dans la position indiquée par lignes ponctuées et dans laquelle elle n'exerce plus aucun effet sur l'aimant. L'impulsion communiquée précédemment à l'aimant en ξ se trouve maintenant au zéro ; il y a déviation en sens inverse de ξ ; soit x cette déviation, on a

$$\mathrm{x} = x_{\max} = \frac{c}{\varepsilon e}$$

c est proportionnel à ξ, donc $\xi = const. \times \mathrm{x}$, quelque soit ξ.

Une longue série d'expériences a absolument confirmé cette formule dans la limite des erreurs d'observation.

Reste a évaluer la constante de l'équation que nous venons de démontrer, on tire cette valeur de $c = \varepsilon\,\xi$ et $x = \frac{c}{\varepsilon e}$ qui donnent $const. = e$ et conduisent à la formule remarquable

$$\frac{\xi}{\mathrm{x}} = e$$

si $\xi = e^2$, $\mathrm{x} = e$, c'est-à-dire, que dans ce cas la lecture à l'échelle du galvanomètre doit donner directement la base des logarithmes naturels, et c'est en effet ce que montre l'expérience.

Sur d'autres points encore l'expérience s'est trouvée en parfait accord avec la théorie mathématique exposée dans la première partie de ce travail.

Il est à peine nécessaire de faire ressortir en terminant les avantages de l'emploi des aimants amortis et en particulier du procédé qui vient d'être exposé. Au lieu des indications variables à chaque instant et souvent incertaines d'un galvanomètre à aiguille oscillante, on a, avec l'emploi du procédé recommandé par M. Du Bois-Reymond, les mouvements lents et réguliers de l'aimant amorti. En réalisant dans l'appareil la condition $n = \epsilon$, c'est-à-dire, en diminuant la force directrice juste assez pour que le mouvement devienne apériodique mais pas au delà, on a encore l'avantage de diminuer autant que possible le temps nécessaire à l'aimant pour arriver à être au repos dans sa nouvelle position d'équilibre. L'emploi d'un aimant à mouvement apériodique est tout particulièrement avantageux pour la mesure des forces électromotrices au moyen de la méthode de M. Poggendorff, modifiée par M. Du Bois-Reymond, et pour la mesure des résistances par le pont de Wheatstone; il est bon aussi pour des expériences démonstratives devant une nombreuse assemblée.

Dans un nouveau mémoire sur ce sujet M. Du Bois-Reymond donne la discussion générale de l'équation différentielle; ce travail n'ayant pas révélé de fait nouveau et ne présentant qu'un intérêt purement mathématique, nous nous bornons à y renvoyer le lecteur.

Avant d'abandonner ce sujet, nous citerons quelques lignes d'une lettre de M. Du Bois-Reymond à la Rédaction des *Archives*. « Un point assez important à noter, dit cette lettre, c'est qu'on peut observer le mouvement apériodique sans lunette, à l'œil nu et changer ainsi un phénomène, pour ainsi dire, microscopique en un phénomène très-palpable ou *macroscopique*. Il n'y a pour cela

qu'a donner à ε une valeur considérablement plus grande que n en rapprochant l'aimant condensateur et à introduire la bobine de la boussole dans le circuit d'un courant assez intense pour produire une déviation de 90°. En ouvrant alors le circuit, on voit l'aimant se remettre en place sans oscillation aucune; lorsqu'on ferme le circuit, il y a des oscillations de part et d'autre de la position équatoriale parce que la masse creuse de l'amortisseur n'est pas de forme sphérique mais cylindrique.

« On peut remarquer aussi qu'il ne serait peut-être pas impossible, en pratique, de fabriquer des lames aimantées assez minces pour se mouvoir apériodiquement en présence d'un amortisseur puissant (en argent par exemple) sans l'aide d'un aimant compensateur et seulement en vertu du rôle que joue le moment d'inertie dans une de mes formules.

Enfin, il est opportun de mentionner ici les nouveaux galvanomètres de Sir William Thomson, dans lesquels une lame de verre argentée excessivement mince, au revers de laquelle est collé un morceau de ressort de montre aimanté, également aussi léger que possible, est suspendu dans un chambre qui ne lui laisse que l'espace nécessaire pour se déplacer de quelques degrés. C'est la résistance de l'air dans ce cas qui rend le mouvement apériodique. Mais cet appareil ne comporte pas l'emploi d'une lunette, les observations se faisant au moyen de la lumière réfléchie. De plus la loi du mouvement des petits miroirs est absolument inconnue. »

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

CHIMIE.

M.-A. WANKLYN. WATER ANALYSIS AND WATER. SUR L'EAU ET L'ANALYSE DE L'EAU. (*Philosophical Magazine*, supplément de juillet 1872.)

L'analyse de l'eau par le procédé de l'ammoniaque, proposé par l'auteur il y a environ cinq ans de concert avec MM. Chapman et Smith, a été appliqué dès lors non-seulement à l'analyse de l'eau potable, mais aussi à celle de l'atmosphère. Le Dr Ransome l'a aussi employé dans ses recherches sur la composition de l'haleine dans différentes maladies.

Ce procédé, que M. Wanklyn désigne sous le nom de « procédé ammoniacal, » consiste à oxyder des substances organiques au moyen d'une solution fortement alcaline, et à mesurer la quantité d'ammoniaque dégagée par suite de l'oxydation. Jusqu'ici l'agent oxydant employé par l'auteur a été le permanganate de potasse, substance facile à manier, et qui a l'avantage d'être sans action sur l'ammoniaque produit. Il a soumis successivement un grand nombre de substances organiques azotées, de structure très-différente, à l'action d'un permanganate fortement alcalin, et à constaté que cette action était constamment accompagnée d'un dégagement d'ammoniaque. Il en a été de même de tous les composés ammoniacaux, des amides des acides, de substances telles que la pipérine, l'acide hippurique, la créatine, les alcaloïdes naturels, l'albumine, la gélatine, l'acide urique et la picoline. Toutes ces substances, traitées par le permanganate de potasse, ont dégagé de l'ammoniaque. Des recherches subséquentes, faites dans le but de déterminer s'il existait des

composés organiques azotés qui n'eussent pas la propriété de dégager de l'ammoniaque lorsqu'on les fait bouillir dans une solution fortement alcaline du permanganate, ont conduit aux résultats suivants.

A la suite d'un grand nombre d'essais faits sur des composés organiques azotés, M. Wanklyn n'en a trouvé que trois qui ne dégageassent pas de l'ammoniaque lorsqu'on les traite avec la solution alcaline de permanganate de potasse. Ce sont l'acide picrique qui, traité par le permanganate, a fourni de l'acide nitrique, mais pas trace d'ammoniaque; le ferrocyanure de potassium, qui, traité de la même manière, n'a pas dégagé de l'ammoniaque, peut-être à cause de son extrême stabilité (toughness); enfin l'urée, dont le cas présente un intérêt spécial. On remarque, en effet, en examinant la formule de l'urée, qu'elle renferme une proportion d'hydrogène plus faible que celle qui serait requise pour transformer la totalité de son azote en ammoniaque. En s'assimilant l'eau, elle fournit de l'ammoniaque et de l'acide carbonique; mais en s'assimilant l'oxygène, elle ne pouvait dans aucun cas dégager plus de la moitié de son azote sous la forme d'ammoniaque; et en fait, comme il a été dit plus haut, aucune portion de son azote ne se dégage sous cette forme.

L'auteur, en poursuivant ses expériences sur l'urée, a constaté que cette substance s'empare sans difficulté des éléments de l'eau, en dégageant la totalité de son azote sous forme d'ammoniaque. On obtient commodément ce résultat, en maintenant l'urée pendant un court espace de temps en contact avec de la potasse caustique à la température de 150° cent. Cette propriété particulière, de dégager de l'azote sous forme d'ammoniaque par suite de son contact avec la potasse, et de ne pas le dégager par suite de l'oxydation, paraît appartenir exclusivement non-seulement à l'urée *libre*, mais aussi à l'urée *copulée* (coupled urea). C'est ainsi que la créatine, qui est de l'urée copulée à de la sarcosine, lorsqu'on l'oxyde au moyen du permanganate de potasse, ne dé-

gage que l'ammoniaque provenant de la sarcosine. Ce n'est que lorsqu'on traite la créatine avec un alcali qu'elle dégage l'ammoniaque provenant de l'urée. Partant de cette manière de se comporter de l'urée copulée à d'autres substances, l'auteur a été conduit à la conclusion que l'albumine, la caséine et la fibrine sont de l'urée sous cette forme spéciale, tandis que la gélatine ne l'est pas.

Quoique tous les composés organiques azotés, sauf les composés nitreux, les ferrocyanures et l'urée, abandonnent leur ammoniaque au permanganate alcalin, plusieurs d'entre eux cependant ne cèdent pas la totalité de leur azote sous cette forme. C'est ainsi que les alcaloïdes naturels, tels que la morphine, la naphthylamine et la toluidine n'abandonnent que la moitié de leur azote sous la forme d'ammoniaque. L'auteur a constaté, que 100 grammes de substances albumineuses fournissent environ 10 grammes d'ammoniaque, sous l'action du permanganate de potasse.

M. Wanklyn, dans des expériences antérieures sur l'analyse des eaux potables, avait cherché à se procurer un réactif de nature à faire reconnaître la présence de germes organiques au moyen de leurs caractères chimiques. Il choisit le blanc d'œuf comme représentant de ces germes, et employa la méthode suivante pour déterminer la densité de solutions de blanc d'œuf excessivement diluées. Après avoir brisé l'œuf et séparé le blanc du jaune, l'auteur pèse une certaine quantité du blanc d'œuf, sans l'avoir séchée, et la dissout dans de l'eau à laquelle on a ajouté une faible quantité de carbonate de soude. Il ajoute ensuite à cette solution de l'eau jusqu'à ce que le poids du liquide se trouve être égal à cent fois celui du blanc d'œuf pesé originairement. Il obtient ainsi une solution dont une partie renferme la centième partie du blanc d'œuf, et il la verse dans une cornue contenant 400 centimètres cubes d'eau parfaitement pure. Elle est soumise dans cette cornue à l'action du permanganate alcalin. Suit le tableau des résultats obtenus :

Blanc d'œuf à l'état humide.	Ammoniaque trouvée.	Ammoniaque calculée.
Milligrammes.	Milligrammes.	Milligrammes.
17,69	0,210	0,214
17,58	0,213	0,2127
41,80	0,505	0,5038
27,87	0,350	0,337
12,20	0,145	0,1476
7,47	0,095	0,0904
23,065	0,275	0,279

On remarquera que, dans le tableau ci-dessus, la plus petite quantité de blanc d'œuf soumis à l'examen est de 7,47 milligrammes, ce qui correspond à environ 1 milligramme d'albumine sèche. L'auteur admet que, par le procédé ammoniacal, on peut arriver à estimer quantitativement jusqu'à 1 milligramme d'albumine sèche par litre d'eau. La simple présence de cette substance peut être reconnue sans difficulté, lorsqu'elle existe dans la proportion de $^1/_{20}$^{me} de milligramme par litre d'eau.

M. Wanklyn propose de désigner sous le nom de « ammoniaque albuminoïde » l'ammoniaque développé par l'action du permanganate, et il insiste spécialement sur le fait, qu'en employant le procédé ammoniacal, il n'est pas à craindre que les nitrates puissent être confondus avec l'albumine. Ce fait n'est pas sans importance, puisqu'il n'est pas rare qu'un échantillon d'eau contienne de dix à vingt fois plus de nitrates que de matières organiques azotées.

L'auteur a appliqué cette méthode d'analyse à un grand nombre d'eaux potables provenant de sources différentes. En général il a été frappé de leur extrême pureté. Au lieu d'un grain par chaque cinq litres environ de matière organique azotée, obtenue autrefois par l'incinération des résidus provenant de l'évaporation, M. Wanklyn n'a trouvé en moyenne que $^1/_{10}$^{me} de grain par 5 litres d'eau, l'ammoniaque albuminoïde ne dépassant pas 0,06 ou 0,07 parties sur un million. Par la filtration, soit à travers un filtre artificiel de sable

et de charbon, soit naturellement à travers des couches poreuses, l'eau paraît atteindre un état de pureté tout à fait exceptionnel.

Professeur CROFT DE TORONTO. PRODUCTION ANORMALE D'OZONE. (*Silliman's American Journal*, juin 1872.)

L'auteur a remarqué, en évaporant de l'acide iodique à l'état sirupeux préparé d'après le procédé de Millon, qu'au moment où l'acide commence à cristalliser, il se développe une forte odeur d'ozone, et les réactifs ordinaires accusent la présence de cette substance. En général l'acide iodique se solidifie en une masse verruqueuse; mais dans l'expérience ci-dessus, où l'auteur a converti deux onces d'iode en acide iodique, les cristaux formés étaient translucides et brillants. On a toujours eu soin de faire bouillir la solution jusqu'à consistance d'un sirop clair, de manière à exclure la possibilité de la présence du chlore ou de l'acide nitrique. L'air du bocal était examiné de jour en jour, soit sous le rapport de l'odeur. soit sous celui de l'action du papier d'amidon ioduré. L'auteur a constaté que ce n'est pas au moment où la cristallisation commence, mais seulement lorsqu'elle est bien en train, que le dégagement d'ozone devient évident. Il se déclare d'ailleurs hors d'état de présenter une explication satisfaisante du phénomène.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Professeur OWEN. SUR LES MAMMIFÈRES FOSSILES D'AUSTRALIE (GENUS PHASCOLOMYS), DÉPASSANT EN TAILLE LES ESPÈCES EXISTANTES DE NOS JOURS. (*Proceedings of the Royal Society*, vol. 20, n° 134.)

L'auteur, se référant à une communication antérieure dans laquelle les caractères ostéologiques et dentaux des *phascolomes*, ou *wombat*, existant de nos jours, ont été appliqués

à la détermination d'espèces fossiles de même taille, décrit dans le mémoire actuel plusieurs espèces éteintes de phascolomes, dont la grosseur dépasse de beaucoup ceux qu'on trouve actuellement en Australie. Ces espèces éteintes, qui ont été reconstruites par M. Owen et qu'il décrit successivement suivant l'ordre de leur grosseur, se rapportent au *phascolomys medius*, *phascolomys magnus*, et *phascolomys gigas*. Les caractères de ces espèces sont tirés non-seulement d'individus adultes et âgés, mais dépendent aussi de modifications dans la forme des mâchoires, ainsi que de différences dans les formes et la proportion de certaines dents. L'auteur énumère et décrit plusieurs espèces fossiles qui présentent des variations suivant l'âge, et aussi probablement suivant le sexe. Il remarque, en terminant, que le nombre d'espèces éteintes du genre *phascolomys* dépasse notablement le nombre de celles connues de nos jours. La plupart de ces dernières sont, en effet, de connaissance récente, et aucune d'elles ne s'éloigne de la taille compatible avec l'habitude de creuser un trou, et de « se terrer, » observée chez la première espèce, *phascolomys fossor*, décrite par Wagner. Si, comme le remarque M. Owen, nous ne connaissions le lièvre que par des restes fossiles, nous nous tromperions fort en lui attribuant les mœurs et l'habitation souterraine des lapins. Or, il résulte des faits présentés par l'auteur que toutes les grosses espèces de phascolomes ont disparu. Il attribue cette disparition graduelle à ce que ces espèces, privées par leur grande taille de la faculté de se cacher sous terre, n'ont pu se soustraire à l'effet des dangers extérieurs, et soutenir ainsi la lutte pour l'existence. Il paraît en avoir été de même en Australie de certaines espèces de très-gros oiseaux privés d'ailes, telles que le *dinormis*, qui a totalement disparu, tandis que son représentant diminutif, l'*apterix*, a pu échapper à la destruction en se cachant sous terre comme les phascolomes vivants de nos jours.

Dr Ernst ZELLER. UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE ENTWICKLUNG UND DEN BAU DES POLYSTOMUM INTEGERRIMUM. (*Zeitschr. f. wiss. Zool.*, vol. XXII, 1872, pag. 1-28, pl. I et II.) — Dr R. VON WILLEMOES-SUHM. ZUR NATURGESCHICHTE DES POLYSTOMA INTEGERRIMUM UND DES P. OCELLATUM. (Id., pag. 29-39, pl. III). — Dr Ernst ZELLER. UNTERSUCHUNGEN UEBER DIE ENTWICKLUNG DES DIPLOZOON PARADOXUM. (Id., 1872, vol. XXII, p. 168-180, pl. XII.) — O. VON LINSTOW. UEBER SELBSTBEFRUCHTUNG BEI TREMATODEN. (*Archiv für Naturgeschichte*. 1872, p. 1-5, pl. I, fig. A-C.)

Le *Polystomum integerrimum*, qui vit dans la vessie urinaire de la grenouille rousse, se trouve déjà décrit et figuré dans l'ouvrage de Rœsel publié en 1758. Depuis lors il a été étudié par un grand nombre d'helminthologistes et a même fait l'objet de recherches anatomiques spéciales. Il était cependant encore très-insuffisamment connu ; l'on ne savait en particulier rien sur son développement. Les deux mémoires que nous analysons ici, sans avoir épuisé le sujet, ont fait faire un grand pas à nos connaissances sur l'anatomie, le développement et les migrations de ce ver.

Le travail de M. Zeller, qui est de beaucoup le plus riche en faits nouveaux, renferme un certain nombre d'observations importantes relatives à la structure anatomique de l'animal adulte. Après avoir donné sur les crochets du disque d'adhérence et sur les yeux certains détails que nous mentionnerons plus loin à propos du développement, l'auteur décrit des cellules glandulaires particulières dont les conduits grêles se prolongent dans le canal du pharynx où ils s'ouvrent isolément. Il décrit aussi avec soin le système des canaux excréteurs dont la disposition rappelle ce que Kölliker a vu chez le *Tristoma papillosum* et van Beneden chez les *Epibdella*. Quant aux organes reproducteurs, il en donne une description qui diffère notablement de celle que nous de-

vons à Stieda[1], dont il semble du reste ne pas connaître le travail. Selon M. Zeller il y aurait un germigène sur le conduit duquel s'insèrent les canaux du vitellogène, ainsi qu'un canal extrêmement large amenant le sperme (den Samen zuleitende Canal). M. Zeller n'a pu s'assurer exactement de l'origine de ce dernier canal; mais il dit avoir constaté de la manière la plus positive chez beaucoup de Trématodes, appartenant surtout au groupe des Distomes, que l'organe appelé par de Siebold troisième canal déférent ne provient pas en réalité d'un testicule, mais naît à la face dorsale du corps par un petit orifice arrondi. Ce canal, auquel l'auteur compare celui qu'il a vu chez le Polystome de la grenouille, serait selon lui destiné à amener le sperme du dehors dans la vésicule séminale, ou directement au canal efférent du germigène (!). Il nous promet du reste sur ce point d'anatomie un travail qui pourrait amener à modifier profondément les idées reçues relativement à la fécondation des Trématodes.

Par la réunion de ces trois sortes de canaux, il se forme un canal commun qui s'élargit bientôt considérablement en un oviducte.

Les parties de l'appareil mâle, bien que moins compliquées, sont extrêmement difficiles à observer. Elles ne paraissent offrir rien de bien digne de remarque et débouchent dans le même point que les oviductes.

Les singuliers bourrelets latéraux (Seitenwülste) que l'on a décrit chez le *P. integerrimum* et que M. de Siebold a trouvés aussi chez le *P. ocellatum*, présentent selon M. Zeller une surface irrégulière formée par les orifices en saillie d'une quarantaine de tubes qui se réunissent en un canal commun se dirigeant en arrière. L'auteur suppose que ces bourrelets doivent appartenir à l'appareil reproducteur par ce qu'une légère pression exercée sur l'animal fait sortir de ces tubes une quantité de zoospermes. Ce qui rend cette hy-

[1] *L. Stieda*, Ueber den Bau des Polystomum integerrimum. *Archiv für Anatomie*, etc., 1870, p. 660, pl. xv.

pothèse assez plausible, c'est que les bourrelets latéraux qui manquent complétement au jeune animal ne commencent à apparaître que lorsqu'il a atteint une longueur d'environ 2 millimètres.

Le *P. integerrimum* nous offre un remarquable exemple d'un parasite dont le développement se plie au genre de vie et aux métamorphoses de l'hôte qui l'héberge. L'époque de la ponte nous offre un premier exemple de cette adaptation. L'on chercherait en vain les œufs de ce ver pendant l'été ou l'automne jusqu'au commencement de novembre ; ce n'est que plus tard qu'ils commencent à se former. A la fin de décembre l'on en rencontre déjà en grande quantité dans l'oviducte ; durant tout l'hiver, et jusqu'en mars et avril cette production d'œufs se continue sans interruption, mais ce n'est qu'au printemps qu'elle devient très-active et que la ponte a lieu, au moment où les grenouilles sortent de leur sommeil hivernal et se rendent dans les mares et les fossés. On peut toutefois obtenir une ponte plus hâtive en mettant pendant l'hiver les grenouilles dans l'eau et en les tenant dans une chambre chauffée.

Une expérience de M. Zeller prouve que le *P. integerrimum* a une fécondité extrêmement grande. Ayant mis quatre grenouilles dans une vase avec de l'eau, ce naturaliste trouva au bout de 24 heures que plusieurs centaines d'œufs étaient déjà pondus ; au bout de 48 heures il en récolta 3280 ; entre le 3ᵉ et le 4ᵉ jour il y en eut 2020 ; le 5ᵉ jour 1120 ; du 6ᵉ au 10ᵉ jour 3740. A partir du 11ᵉ jour il ne trouva plus que quelques œufs dans le vase. Les grenouilles furent ensuite ouvertes ; l'une d'elles ne présenta point de Polystomes, les autres en contenaient 1, 2 et 7 individus. Ainsi ces 10 Polystomes avaient pondu entre eux plus de 10.000 œufs.

La manière dont la ponte s'effectue n'a pas été constatée d'une manière bien positive ; toutefois, d'après certaines observations, M. Zeller a été amené à supposer que les Polys-

tomes ne déposent pas leurs œufs dans la vessie urinaire de leur hôte, mais qu'ils font sortir la partie antérieure de leur corps par l'anus de la grenouille pour laisser tomber leurs œufs dans l'eau.

Il est facile d'obtenir le développement de ces œufs; pour cela on n'a qu'à les conserver dans de l'eau pure. Au bout de 12 à 14 jours on peut voir le corps du jeune animal se dessiner nettement dans l'intérieur de l'œuf. Son extrémité postérieure recourbée est terminée par le disque caudal qui porte sur ses bords 16 petits crochets. Dans la partie antérieure du corps on distingue quatre taches oculaires rougeâtres. Les jours suivants le ver commence à montrer des mouvements d'abord rares et faibles, puis plus fréquents et plus vigoureux. Les différentes régions de l'appareil digestif se dessinent avec plus ou moins de netteté, et on peut constater facilement l'existence d'un révêtement ciliaire qui recouvre seulement les côtés du corps.

Le temps nécessaire pour le complet développement des œufs varie, selon la température plus ou moins élevée de la chambre, de 14 à 42 jours. M. Zeller estime qu'à l'état de liberté il faut de 8 à 9 semaines, et que cela peut aller jusqu'à 12 semaines et plus. L'œuf s'ouvre par la déhiscence d'un couvercle à bords dentelés qui est situé à l'une des extrémités.

Au moment de sa naissance le ver a un corps allongé et aplati; il diffère surtout de l'adulte par l'absence complète des organes reproducteurs et des bourrelets latéraux de la partie antérieure du corps, ainsi que par la structure de son disque d'adhérence. La face ventrale de celui-ci, faiblement creusée, porte 16 crochets qui sont assez régulièrement espacés le long du bord et rappellent pour la forme les crochets céphaliques de beaucoup de Cestodes. En avant des quatre crochets postérieurs on en voit deux autres qui diffèrent des précédents en ce qu'ils sont à peine recourbés à la pointe et forment une sorte d'aiguillon. Dans ces deux

aiguillons on reconnaît les rudiments des deux forts crochets du disque caudal de l'adulte. D'autre part les 16 petits crochets falciformes de ce disque se retrouvent aussi tous chez l'adulte, mais comme ils ne croissent pas et conservent pendant toute la vie les mêmes dimensions absolues, on a plus de peine à les distinguer sur le disque gros et épaissi de l'adulte où ils se trouvent éloignés les uns des autres que sur le disque transparent du jeune ver où ils sont plus rapprochés entre eux.

Les yeux sont au nombre de deux paires dont la postérieure est plus grosse que l'antérieure. Ces organes bien faciles à voir chez la larve qui vient d'éclore sont au contraire très-difficiles à découvrir chez l'animal adulte. Stieda déclare qu'il n'a pas pu en voir de traces; M. Willemoes-Suhm croit qu'ils disparaissent chez l'adulte parce qu'il ne lui a pas été possible de les voir chez des individus longs de 3 millimètres. M. Zeller au contraire affirme avec M. Pagenstecher que les deux paires d'yeux se trouvent chez l'adulte, mais selon lui ces organes se comportent comme les petits crochets du disque caudal, c'est-à-dire conservent chez le ver adulte les mêmes dimensions que chez la larve.

Au sortir de l'œuf, l'embryon a des mouvements très-vifs et nage au moyen de ses cils vibratiles. Après avoir nagé ainsi pendant plusieurs heures, ses mouvements se ralentissent; au bout de 24 heures le revêtement ciliaire a disparu; après 48 heures on ne trouve plus que quelques embryons vivants.

Le premier changement que l'on remarque chez le jeune ver après qu'il a émigré, c'est la disparition des espaces vibratiles. Ensuite l'on observe une croissance des deux crochets falciformes du disque caudal qui augmentent d'épaisseur et de longueur et se recourbent un peu plus. Puis l'on voit apparaître en dehors des quatre crochets postérieurs, les deux ventouses postérieures qui renferment chacune dans leur intérieur un des petits crochets. Après cela se forment les deux ventouses de la paire suivante contenant aussi cha-

cune un petit crochet. Lorsque le développement en est arrivé là, il reste en avant de cette paire trois petits crochets de chaque côté. A ce moment les deux grands crochets postérieurs ont acquis leur forme définitive.

La croissance de l'animal se fait très-lentement. En juillet, lorsqu'il a acquis sa première paire de ventouses, il a à peine $0{,}3^{mm}$; au mois d'octobre de l'année suivante, c'est-à-dire lorsqu'il est âgé de 18 à 19 mois, il a en moyenne une longueur de $1{,}2$—$1{,}5^{mm}$. Ce n'est qu'à 4 ou 5 ans qu'il a acquis sa longueur définitive de 8—10^{mm}. Les premières traces des organes générateurs se voyent déjà au 4me mois; mais ce n'est que dans la 3me année que l'on commence à distinguer quelques ovules dans le germigène.

Comme nous l'avons vu plus haut, c'est en mars ou avril, au moment où les grenouilles quittent leurs quartiers d'hiver, pour les mares où elles s'accouplent et pondent, que les Polystomes commencent aussi leur ponte. L'éclosion de leurs œufs n'a lieu qu'en mai et juin, c'est-à-dire à une époque où les grenouilles rousses ont déjà quitté les eaux. D'autre part, les mares et les petits fossés fourmillent de têtards, et c'est dans ces larves de batraciens que viennent se fixer les jeunes Polystomes. La conséquence de ce mode de migration est que l'âge des Polystomes coïncide toujours avec l'âge des grenouilles qui les hébergent. Les jeunes grenouilles ne contiennent que de jeunes Polystomes, et les grenouilles adultes ne contiennent jamais de jeunes vers; les formes de transition ne se rencontrent que dans les grenouilles de l'année.

Les Polystomes qui sont extrêmement abondants dans les grenouilles de l'année le sont déjà beaucoup moins dans celles de la deuxième année. Voici des données numériques qui fixent ces rapports d'une manière précise : sur 100 grenouilles âgées de 6 mois, 90 se sont trouvées infestées de Polystomes, tandis que sur 100 grenouilles de 4 $^1/_2$ ans et au-dessus, 10 seulement contenaient de ces parasites.

Bien que M. Zeller n'ait pu suivre les jeunes Polystomes

depuis leur éclosion jusqu'au moment où ils sont fixés dans la vessie urinaire de la grenouille, il a cependant observé des faits très-intéressants qui nous initient aux premières phases de cette migration.

Il mit 4—5000 œufs de Polystomes dans un vase où étaient renfermés 150 têtards. Neuf jours après l'éclosion des premiers embryons, il commença à examiner les têtards et continua ses observations pendant 14 jours. Tous les têtards furent infestés de vers; il compta sur chacun de 10 à 24 Polystomes. Quelques-uns des vers venaient évidemment d'éclore et ne différaient des embryons sortant de l'œuf que parce qu'ils avaient perdu leurs cils vibratiles.

Ce qui étonna à juste titre M. Zeller, ce fut de découvrir que les Polystomes n'occupaient pas l'organe dans lequel on les trouve plus tard, mais qu'ils s'étaient tous logés dans la cavité branchiale des têtards, et fixés en partie aux parois de cette cavité, en partie aux branchies elles-mêmes; il ne s'en trouvait dans aucune autre partie du corps.

Des observations faites sur des têtards vivant à l'état de liberté ont donné des résultats semblables: elles ont de plus montré à quelle époque les Polystomes émigrent dans les têtards. Voici quelques-uns des chiffres fournis par l'auteur : les têtards pris le 11 et le 19 avril, et le 4 mai ne présentèrent aucun Polystome; sur 50 têtards pris le 13 mai, il y en avait déjà 9 qui contenaient des Polystomes (représentés en tout par 13 individus); sur 50 têtards pris le 19 mai, 43 contenaient des Polystomes (124 individus); sur 50 têtards pris le 9 juin, 45 contenaient des Polystomes (270 individus).

Le développement des Polystomes dans la cavité branchiale des têtards est généralement très-lent. Pendant le temps qu'ils y séjournent ils croissent très-peu; le plus souvent ils y acquièrent la première paire de ventouses, quelquefois aussi la seconde.

La vessie urinaire n'existe pas chez les têtards dans les premiers temps de la vie; mais dès qu'elle a apparu son développement est assez rapide. L'étape que les Polystomes font dans

les branchies des têtards est donc en quelque sorte imposée par la marche du développement des organes de leur hôte.

M. Zeller a constaté que lorsque les pattes antérieures des têtards apparaissent, on trouve encore une petite partie des Polystomes sur les branchies qui commencent à s'atrophier, cependant la plupart sont déjà dans la vessie urinaire. Quelques jours plus tard les jeunes grenouilles quittent l'eau et alors tous les Polystomes qui restent sont logés dans la vessie urinaire. Le séjour dans les branchies doit durer, dans les circonstances ordinaires, de six à sept semaines.

M. Zeller n'a pas pu constater par quelle route les Polystomes passent de la cavité branchiale dans la vessie urinaire. Il suppose, ou qu'ils arrivent par la surface du corps à l'anus et de là à la vessie urinaire, ou qu'ils pénètrent par le pharynx et l'œsophage dans le tube digestif et le rectum, puis de là dans la vessie. Cependant, ajoute-t-il prudemment, les deux hypothèses sont peut-être également loin de la vérité.

Les observations de M. Willemœs-Suhm confirment celles de M. Zeller, mais elles ne portent que sur le développement de l'œuf et sur la larve telle qu'elle est au moment de son éclosion.

Aux résultats de ses études personnelles sur cette espèce M. Willemœs-Suhm a joint des notes sur le *Polystoma ocellatum* qui lui ont été communiquées par M. de Siebold. Ce Polystome, découvert par Rudolphi dans le pharynx de l'*Emys europæa*, avait été très-insuffisamment décrit et était encore indiqué par Diesing dans son « Systema Helminthum » comme *species dubia*. C'est cependant une espèce parfaitement distincte. A côté de caractères qui lui sont communs avec le *P. integerrimum*, tels que la disposition des ventouses, la présence des deux gros crochets du disque caudal et celle des bourrelets latéraux de la partie antérieure du corps, elle en présente d'autres qui permettent de la distinguer nettement ; ainsi, les ventouses de son disque caudal sont entourées d'un cercle solide, et

l'intestin, au lieu d'être rameux n'est divisé qu'en deux branches simples. Quant aux petits crochets du pourtour du disque, M. de Siebold les a trouvés chez les animaux adultes, mais en nombre variable; dans l'échantillon figuré on en voit huit qui sont situés entre les deux ventouses postérieures. Ces petits organes demanderaient à être étudiés avec soin sur des individus de tout âge.

M. Willemœs-Suhm fait ressortir avec raison les rapports remarquables que les larves des Polystomes, présentent avec les Gyrodactyles. Selon lui, *il est évident que les Polystomum et les Gyrodactylus sont provenus d'une seule et même forme.* Les 16 crochets de la larve du *Polyst. integerrimum* sont disposés de la même manière sur son disque caudal que ceux du *Gyrodactylus auriculatus.* Les Gyrodactyles sont en quelque sorte restés à cette phase de larve active par laquelle passent les Polystomes dans leur développement. Le *P. ocellatum* se rapproche plus que le *P. integerrimum* des Gyrodactyles par son canal intestinal à deux branches.

Malgré les nombreux travaux que nous possédions déjà sur le *Diplozoon paradoxum*, il restait encore quelques points obscurs dans l'histoire de l'évolution et de la conjugaison de ce singulier ver double. Grâce aux intéressantes observations de M. Zeller, nous connaissons aujourd'hui tous les états successifs que présente le Diplozoon depuis l'œuf jusqu'à l'état adulte, en passant par la forme de *Diporpa.*

Les recherches de l'auteur ont été faites sur la petite espèce ou variété de Diplozoon qui vit sur les branchies du Véron (Phoxinus lævis).

Pendant les mois froids les organes de reproduction ne présentent aucune activité; le germigène ne contient alors que quelques petits ovules; le vitellogène n'est presque pas reconnaissable, et il en est de même des autres parties de l'appareil reproducteur. Cette atrophie, et en particulier celle du vitellogène, fait que les animaux sont alors très-transparents et très-favorables pour l'étude de l'intestin, du système excré-

teur, du système nerveux, etc. La formation des œufs commence seulement avec le retour de la saison chaude ; on peut cependant obtenir en hiver une production d'œufs en maintenant les Vérons dans une chambre chauffée. Dans ces conditions, on voit déjà au bout de trois jours des changements dans le vitellogène: du 5me au 7me jour les œufs et les zoospermes sont complétement formés. Il est du reste facile de se procurer des œufs en abondance sur les branchies des Vérons, principalement chez les individus qui sont tenus dans des aquariums où ils ne se livrent pas à de grands mouvements. Les œufs s'y trouvent souvent agglomérés en paquets dans lesquels on en compte quelquefois plus d'une centaine. Ils sont entortillés les uns avec les autres au moyen du long filament qui termine la partie supérieure de la coque.

Pour obtenir le développement de ces œufs il n'y a qu'à les laisser dans l'eau. Au bout de huit jours on voit déjà un corps embryonnaire nettement limité: le 10me jour on peut déjà constater de faibles mouvements de l'embryon. Les organes se dessinent ensuite de plus en plus distinctement, et au 15e jour environ le couvercle de l'œuf se détache, et le ver s'échappe pour nager activement dans l'eau.

Au moment où il vient d'éclore, l'animal a une longueur de 26 millimètres et sa forme diffère passablement de ce qu'elle sera plus tard. Il porte des cils vibratiles disposés par groupes sur les côtés du corps, mais ne recouvrant ni l'extrémité céphalique, ni les faces ventrale et dorsale. Il est pourvu de deux yeux en contact sur la ligne médiane et constitués par du pigment brun recouvrant un cristallin sphérique.

Ce jeune ver offre les caractères des *Diporpa* dans sa bouche munie des deux ventouses caractéristiques, dans son pharynx, son intestin, ses deux organes d'adhérence, et les crochets de la partie postérieure de son corps.

Lorsque les vers ne peuvent pas se fixer sur les branchies d'un Véron, ils ne vivent guère plus de six heures. S'ils réussissent à atteindre les branchies de leur hôte naturel, et a s'y établir, ils ne tardent pas à perdre leur enveloppe vibra-

tile ; puis les cupules pigmentaires des yeux se divisent, se fendent en quelque sorte en fragments qui disparaissent ensuite sans qu'il reste de trace de ces organes visuels temporaires. Bientôt l'animal correspond tout à fait au *Diporpa* de Dujardin.

Lorsque le ver est arrivé à cette phase, on voit à sa face ventrale, un peu en arrière de la moitié de la longueur du corps, une petite ventouse d'environ $0^{mm},02$ de diamètre. A la face dorsale, un peu plus en arrière que cette ventouse, il s'élève une papille conique qui avait échappé jusqu'à présent à tous les observateurs, et dont le rôle est cependant très-important. L'intestin présente une asymétrie très-remarquable; il se divise en arrière du milieu de sa longueur en deux branches, dont celle de droite est très-courte, tandis que celle de gauche se prolonge jusque vers les organes d'adhérence postérieurs. A la face ventrale de l'extrémité postérieure du corps, qui est un peu élargie, on voit une seule paire d'organes d'adhérence ne différant pas pour leur structure de ceux du Diplozoon adulte. A la face dorsale, dans le point qui correspond à l'intervalle entre ces deux organes, on aperçoit deux petits hameçons composés d'une tigelle droite et d'une pièce plus courte recourbée en crochet et articulée avec la précédente. Ces pièces, de même que les petits crochets du disque caudal des Polystomes, conservent pendant toute leur vie leurs dimensions primitives. Elles avaient été déjà décrites par de Siebold et van Beneden chez les Diplozoon adultes, mais ces auteurs n'avaient pas reconnu qu'elles sont articulées l'une sur l'autre.

Les Diplozoon peuvent vivre dans cet état isolé, soit de Diporpa, pendant des semaines et des mois et arriver à une grosseur double de celle qu'ils avaient primitivement. Lorsqu'ils ont atteint une longueur d'environ $0^{mm},44$, ils acquièrent, tout en restant encore isolés, la seconde paire d'organes d'adhérence qui se développe jusqu'à avoir les mêmes dimensions que la première. M. Zeller a même vu deux exemples de Diporpa qui avaient acquis trois paires

d'organes d'adhérence. L'évolution ne semble pas pouvoir se prolonger plus loin que cela avant qu'il y ait eu conjugaison avec un autre individu. Cette conjugaison s'effectue même ordinairement avant que la seconde paire d'organes d'adhérence se soit développée.

Dujardin avait émis l'idée que les *Diporpa* étaient peut-être des individus isolés du Diplozoon. De Siebold avait confirmé cette hypothèse et constaté que le Diplozoon résulte bien en effet de la conjugaison de deux Diporpa, mais il n'avait pas reconnu d'une manière complète de quelle façon s'opère cette soudure. M. Zeller s'est assuré de la manière dont les choses se passent. Un des animaux saisit au moyen de sa ventouse ventrale la papille dorsale d'un autre individu. Une fois réunis ainsi les deux vers s'étendent et se contractent, se courbent et se tordent l'un autour de l'autre avec force et vivacité. C'est par le moyen de ces mouvements que celui qui a été saisi le premier réussit à saisir à son tour la papille dorsale de l'autre. Les deux individus sont alors croisés; mais leurs faces tournées l'une vers l'autre ne sont pas exactement opposées: elles offrent encore une déviation latérale, et leurs corps présentent à l'endroit où ils sont réunis une torsion remarquable hors du plan. Cette torsion provient de ce que les papilles dorsales qui, chez les animaux encore libres, ont une position plus reculée que la ventouse ventrale, sont ramenées par la conjugaison à la même hauteur que celle-ci.

Comme l'individu qui a été saisi le premier peut se retourner à droite ou à gauche pour saisir son camarade, les deux Diporpa peuvent se rencontrer par leur face latérale droite ou par la gauche.

La conjugaison a lieu assez fréquemment entre deux Diporpa d'âge différent, par conséquent à des degrés différents de développement; ainsi, l'un peut être plus gros et avoir déjà sa seconde paire d'organes d'adhérence, tandis que l'autre n'a que la première. Une fois que la conjugaison s'est effectuée, c'est pour la vie; M. Zeller n'a jamais vu l'un des

animaux lâcher l'autre, et même, dans un cas où la conjugaison ne s'était qu'à moitié accomplie, il a vu le Diporpa qui avait saisi l'autre mourir le premier, sans que l'individu qu'il tenait pût, malgré tous ses efforts et ses tiraillements, arriver à détacher sa papille de la ventouse de son collègue déjà mort.

Après la conjugaison on peut distinguer encore nettement pendant quelque temps les ventouses, mais elles prennent ensuite un aspect granuleux, puis disparaissent bientôt sans laisser de traces. Les deux vers sont alors tout à fait soudés et le Diplozoon est complet.

Dans l'évolution ultérieure les deux corps croissent encore considérablement et acquièrent leur 2me, leur 3me et enfin leur 4me paire d'organes d'adhérence. Ces nouvelles paires apparaissent immédiatement en avant des précédentes et sont d'abord très-petites et incomplètes. C'est à l'époque où apparaît la 4me paire que l'on commence à apercevoir les premières traces des organes reproducteurs.

La période d'enkystement des Trématodes digénèses est considérée généralement comme un état de repos par lequel passent les larves après avoir pénétré d'une manière active dans un premier hôte. Le ver contenu dans le kyste n'a pas encore ses organes reproducteurs qui ne doivent se développer que plus tard, lorsque, par suite d'une migration passive, il deviendra le parasite d'un nouvel hôte.

Cette règle semble cependant présenter quelques exceptions. Leuckart a déjà indiqué [1] des observations faites dans son laboratoire par M. Oulianin, desquelles il résulte que la *Cercaria virgula* de Fil. développe complétement ses organes reproducteurs pendant qu'elle est encore enkystée dans les larves d'Éphémères; elle va même jusqu'à pondre des œufs que l'on voit flotter entre elle et la paroi de son kyste. Des faits semblables ont aussi été observés par M. Maddox sur un trématode enkysté dans des mollusques.

[1] *Archiv für Naturgeschichte*, 33me année, 1867, Bericht, p. 239.

M. de Linstow nous fait connaître un cas du même genre qui se présente chez un Distome parasite du *Gammarus pulex*. L'espèce semble nouvelle et a reçu de l'auteur le nom de *Distomum agamos*. Chez ce ver le développement des organes reproducteurs, la fécondation et la formation complète des œufs ont lieu pendant que l'animal est enfermé dans sa capsule sphérique. L'auteur a pu suivre pas à pas tous ces phénomènes ; il a trouvé des individus sans organes reproducteurs, d'autres chez lesquels existaient les organes mâles et les premières traces d'organes femelles ; enfin, des individus chez lesquels les organes reproducteurs des deux sexes avaient atteint leur développement complet et où l'on voyait des œufs mûrs.

Chez les Distomes, qui ont l'ouverture mâle et l'ouverture femelle située en arrière de la ventouse ventrale et rapprochées l'une de l'autre, les deux orifices ne peuvent pas se mettre en opposition l'un en face de l'autre, et, par conséquent, il ne peut pas y avoir de fécondation de l'animal par lui-même. Au contraire, chez le *D. agamos*, où le cirrhe se trouve en arrière de la ventouse ventrale et séparé par celle-ci de la vulve, les deux ouvertures peuvent s'opposer par le moyen de courbures du corps pour lesquelles M. de Linstow pense que les parois du kyste fournissent un point d'appui.

M. de Linstow considère, avec raison, comme infiniment probable que toute la vie de cette espèce ne se passe pas dans le corps du *Gammarus pulex* ; ce n'est, sans doute, que lorsqu'elle a été avalée avec son hôte par un animal vertébré, que le kyste se dissout et que le Distome peut pondre ses œufs. Il suppose que cette dernière phase de l'existence du ver se passe dans l'intestin de quelque oiseau aquatique de passage qui avale le *G. pulex* et peut, malgré un court séjour dans le pays, y semer les œufs déjà tout formés de son parasite. A. H.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'AOUT 1872.

1er, à 8 h. du soir, orage avec éclairs et tonnerres.
3, à 4 h. après midi, orage avec éclairs, tonnerres et grêle.
5, à 4 h. après midi, tonnerres.
7, rosée le matin; à 11 h., tonnerres; à 2 h., éclairs et tonnerres.
8, à 6 h. du soir, tonnerres.
10, forte rosée le matin; éclairs au nord dans la soirée.
12, forte rosée le matin.
13, à 3 h. du matin, orage avec éclairs et tonnerres.
14 et 15, rosée le matin.
16, léger brouillard à 6 h. du matin.
17, rosée le matin.
26, idem.
30, idem.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.	mm	MINIMUM.	mm
Le 4 à 10 h. soir	728,32	Le 1 à 6 h. soir	720,36
9 à 10 h. soir	730,18	7 à 10 h. matin	720,07
12 à 8 h. matin	730,76	10 à 8 h. soir	727,91
24 à 10 h. soir et 25 à 10 h. mat.	730,68	20 à 4 h. après m.	724,78
28 à 10 h. soir	731,13	27 à 6 h. matin	726,30
		31 à 6 h. matin	724,63

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim.	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	0	0	0	0	millim.	millim.					mm.				0	0	0
1	722,27	— 5,80	+17,65	— 1,00	+14,0	+21,4	13,44	+2,69	914	+231	770	1000	27,6	8	N. 1	0,97	19,6	+ 1,1	...
2	722,35	— 5,72	+17,30	— 1,31	+14,6	+21,5	10,16	—0,58	877	+193	730	990	4,0	6	S. 1	0,98	19,8	+ 1,3	230
3	723,06	— 5,01	+14,42	— 4,15	+13,2	+19,2	8,84	—1,90	754	+ 69	490	810	9,7	4	S. 1	0,97	13,0	— 5,5	229
4	726,93	— 1,14	+16,28	— 2,25	+11,8	+20,5	8,33	—2,40	633	— 53	420	850	...	...	S. 1	0,77	—	—	228
5	726,85	— 1,22	+16,40	— 2,09	+13,4	+20,4	10,68	—0,04	780	+ 93	520	900	2,2	1	variable	0,82	14,4	— 4,1	230
6	725,32	— 2,74	+21,15	+ 2,70	+15,5	+27,2	13,00	+2,29	702	+ 14	580	800	0,4	...	variable	0,40	14,8	— 3,7	231
7	721,81	— 6,25	+16,12	— 2,28	+14,3	+24,0	11,89	+1,19	898	+209	590	980	27,6	5	variable	0,85	14,6	— 3,9	232
8	723,94	— 4,12	+14,39	— 3,96	+12,2	+17,2	8,89	—1,80	762	+ 72	570	920	19,8	9	S. 2	0,94	14,8	— 3,7	234
9	729,73	+ 1,67	+14,60	— 3,70	+11,8	+18,8	9,83	—0,85	805	+114	560	920	...	...	NNE. 1	0,52	10,6	— 7,9	235
10	729,11	+ 1,05	+17,53	— 0,71	+ 9,3	+23,7	10,13	—0,54	692	— 1	440	960	...	...	SSE. 1	0,90	13,3	— 5,3	234
11	729,24	+ 1,19	+17,91	— 0,27	+10,5	+20,7	11,54	+0,88	766	+ 71	670	890	11,4	6	SSO. 1	0,97	—	—	234
12	730,19	+ 2,14	+17,13	— 0,99	+10,8	+22,2	10,95	+0,30	758	+ 61	530	920	...	...	N. 1	0,11	16,0	— 2,6	234
13	730,08	+ 2,03	+18,13	+ 0,07	+14,8	+25,4	13,34	+2,71	814	+115	600	980	8,4	2	variable	0,46	17,4	— 1,2	235
14	729,32	+ 1,28	+18,96	+ 0,97	+14,8	+23,0	13,09	+2,48	806	+105	640	900	...	...	N. 1	0,82	19,8	+ 1,2	236
15	728,15	+ 0,11	+18,76	+ 0,84	+16,0	+22,4	12,85	+2,25	814	+111	640	940	...	...	N. 1	0,86	19,9	+ 1,3	237
16	728,46	+ 0,43	+19,03	+ 1,18	+14,2	+24,0	11,78	+1,20	738	+ 33	490	980	...	...	N. 1	0,38	20,1	+ 1,5	...
17	728,20	+ 0,18	+18,42	+ 0,65	+13,0	+23,7	10,37	—0,19	668	— 39	450	900	...	...	N. 1	0,00	20,5	+ 1,9	235
18	727,73	— 0,28	+17,64	— 0,05	+13,5	+22,3	8,81	—1,73	604	—105	420	710	...	..	NNE. 2	0,00	—	—	234
19	726,26	— 1,74	+17,52	— 0,09	+12,6	+22,6	10,36	—0,16	706	— 5	520	850	...	...	N. 1	0,01	20,6	+ 2,1	233
20	725,56	— 2,43	+18,13	+ 0,60	+12,4	+22,9	12,51	+2,01	815	+102	540	930	...	...	N. 1	0,69	19,8	+ 1,3	230
21	726,11	— 1,86	+20,18	+ 2,73	+14,8	+24,9	11,87	+1,39	693	— 22	430	920	..	...	N. 1	0,72	21,4	+ 2,9	226
22	726,99	— 0,96	+17,05	— 0,31	+14,0	+21,8	9,73	—0,73	696	— 21	420	880	3,4	6	S. 1	0,76	—	—	225
23	726,65	— 1,28	+15,62	— 1,65	+14,2	+19,4	10,77	+0,33	831	+112	630	900	2,6	3	variable	0,91	19,0	+ 0,6	...
24	729,13	+ 1,22	+16,36	— 0,82	+13,5	+20,0	11,16	+0,74	816	+ 95	670	920	0,1	1	N. 1	0,73	19,5	+ 1,1	224
25	730,20	+ 2,32	+16,87	— 0,22	+13,8	+21,4	10,07	—0,33	725	+ 2	480	830	...	...	N. 1	0,31	—	—	220
26	727,62	— 0,23	+19,42	+ 2,43	+11,0	+25,2	10,26	—0,12	633	— 92	380	950	...	...	SO. 1	0,11	—	—	218
27	727,70	— 0,12	+16,77	— 0,12	+15,7	+21,0	9,09	—1,27	673	— 55	400	820	1,9	3	variable	0,97	18,3	— 0,1	216
28	730,46	+ 2,67	+15,01	— 1,78	+12,0	+18,2	9,35	—0,98	757	+ 26	610	940	...	...	N. 2	0,78	19,0	+ 0,7	215
29	729,57	+ 1,81	+15,67	— 1,02	+11,8	+20,0	9,89	—0,41	762	+ 28	590	870	...	...	N. 1	0,50	19,3	+ 1,0	212
30	726,76	— 0,97	+18,10	+ 1,51	+10,2	+24,8	9,80	—0,47	654	— 83	380	940	...	...	S. 1	0,36	19,5	+ 1,2	210
31	725,60	— 2,10	+16,78	+ 0,30	+16,0	+21,8	8,72	—1,52	641	— 99	470	750	0,3	1	S. 1	0,66	18,1	— 0,2	...

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,11	725,23	725,17	724,98	724,93	724,86	724,93	725,44	725,86
2e »	728,59	728,67	728,47	728,33	728,03	727,81	727,58	728,13	728,24
3e »	727,86	728,00	728,02	727,86	727,63	727,50	727,61	728,20	728,39
Mois	727,21	727,32	727,25	727,07	726,89	726,75	726,74	727,29	727,52
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+14,41	+15,81	+17,00	+19,50	+19,32	+19,13	+18,61	+16,32	+15,63
2e »	+14,69	+17,56	+18,88	+20,53	+21,55	+21,49	+20,94	+19,13	+17,52
3e »	+14,23	+16,24	+18,55	+19,48	+20,68	+20,73	+19,20	+16,95	+15,75
Mois	+14,44	+16,53	+18,45	+19,83	+20,52	+20,46	+19,57	+17,45	+16,28
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	10,52	10,57	10,82	10,07	10,37	10,81	11,02	10,95	10,68
2e »	11,21	11,34	11,49	11,31	11,40	11,66	11,90	12,47	12,30
3e »	10,43	10,72	10,23	10,45	9,59	10,06	9,72	10,36	10,14
Mois	10,71	10,87	10,83	10,60	10,43	10,82	10,87	11,23	11,01
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	854	792	713	613	647	691	718	816	825
2e »	892	756	700	624	595	605	644	745	815
3e »	865	783	645	621	535	566	584	721	763
Mois	870	777	685	619	590	619	646	759	800

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+13,01	+21,30	0,81	+14,99	91,3	231,4
2e »	+13,76	+22,92	0,43	+19,26	19,8	234,2
3e »	+13,36	+21,68	0,62	+19,26	8,3	218,4
Mois	+13,38	+21,99	0,62	+17,72	119,4	228,0

Dans ce mois, l'air a été calme 2,51 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,01 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 47°,1 O., et son intensité est égale à 4,58 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'AOUT 1872.

Le 1er, brouillard tout le jour.
2, brouillard jusqu'au soir.
3, brouillard presque tout le jour; neige en trop petite quantité pour pouvoir être mesurée.
4, brouillard tout le jour.
5, brouillard de 10 h. du matin à 4 h. après midi.
7, brouillard tout le jour; à 3 $^{1}/_{2}$ h. après midi, éclairs et tonnerres du côté du Nord; à 4 h. 5 m., très-fort orage, avec grêle.
8, brouillard depuis midi; neige.
9, brouillard jusqu'à 6 h. du soir.
11, brouillard jusqu'à 8 h. du soir.
13, orage le matin de bonne heure; clair le soir.
21, brouillard depuis 8 h. du matin.
22, 23, 24, brouillard tout le jour.
27 et 28, brouillard tout le jour.
31, brouillard presque tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm
Le 6 à 10 h. matin	569,59
13 à 10 h. soir	571,44
25 à 4 h. après m.	570,04
28 à 10 h. soir	569,02

MINIMUM.	mm
Le 3 à 2 h. après m.	561,53
8 à 10 h. matin	562,51
23 à 6 h. matin	565,07
27 à midi	566,39
31 à midi	565,58

SAINT-BERNARD. — AOUT 1872.

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	564,78	— 4,10	563,39	566,31	+ 5,96	— 0,44	+ 5,0	+ 8,0	.....	14,5.	....	SO. 1	0,86
2	563,02	— 5,87	562,77	563,19	+ 7,10	+ 0,70	+ 3,7	+11,8	.....	2,4.	....	variable	0,87
3	561,90	— 7,00	561,53	562,35	+ 0,72	— 5,67	— 1,0	+ 4,3	.....	2,6.	....	NE. 2	0,91
4	565,19	— 3,71	563,11	566,99	+ 0,02	— 6,37	— 1,5	+ 2,0	.....	.....	....	NE. 2	0,91
5	567,79	— 1,11	567,01	568,41	+ 6,16	— 0,22	+ 1,3	+ 8,3	.....	7,5.	....	variable	0,77
6	569,05	+ 0,15	568,57	569,59	+10,70	+ 4,33	+ 7,2	+14,0	.....	.....	....	SO. 1	0,54
7	565,13	— 3,76	563,54	567,68	+ 4,53	— 1,82	+ 2,0	+ 7,5	.....	11,2.	....	variable	0,99
8	563,39	— 5,50	562,51	564,79	+ 1,95	— 4,38	0,0	+ 6,0	5	4,5.	....	NE. 1	0,72
9	567,62	— 1,26	565,21	568,89	+ 0,44	— 5,87	— 0,5	+ 2,6	10	8,2.	....	NE. 2	0,71
10	569,41	+ 0,54	568,72	570,04	+ 7,14	+ 0,86	+ 2,5	+11,3	.....	.....	....	variable	0,67
11	570,10	+ 1,24	569,44	570,54	+ 6,85	+ 0,60	+ 5,5	+ 8,6	.....	8,2.	....	SO. 1	0,76
12	570,48	+ 1,63	570,04	571,14	+ 8,39	+ 2,17	+ 4,8	+11,2	.....	.....	....	variable	0,53
13	570,91	+ 2,08	569,73	571,44	+ 7,91	+ 1,72	+ 5,0	+10,5	.....	10,2.	....	NE. 1	0,59
14	570,37	+ 1,56	570,18	570,77	+ 9,59	+ 3,43	+ 6,8	+13,0	.....	.....	....	NE. 1	0,16
15	569,50	+ 0,71	569,38	569,92	+10,46	+ 4,34	+ 8,3	+13,8	.....	.....	....	NE. 1	0,60
16	569,70	+ 0,93	569,24	570,08	+ 8,95	+ 2,87	+ 7,0	+12,2	.....	.....	....	NE. 1	0,28
17	569,51	+ 0,76	569,42	569,75	+ 8,33	+ 2,29	+ 5,7	+11,4	.....	.....	....	NE. 1	0,00
18	568,58	— 0,14	568,31	568,82	+ 8,89	+ 2,89	+ 7,0	+12,0	.....	.....	....	NE. 1	0,00
19	567,80	— 0,89	567,44	568,30	+ 9,00	+ 3,05	+ 6,6	+13,4	.....	.....	....	variable	0,14
20	567,67	— 0,99	567,12	568,46	+ 8,92	+ 3,02	+ 6,2	+12,3	.....	.....	....	NE. 1	0,29
21	568,02	— 0,61	567,82	568,27	+ 8,12	+ 2,27	+ 6,0	+10,6	.....	.....	....	NE. 1	0,81
22	566,58	— 2,02	566,16	567,07	+ 5,11	— 0,68	+ 2,0	+ 8,2	.....	.....	....	NE. 1	0,90
23	565,62	— 2,94	565,07	566,47	+ 2,25	— 3,48	+ 1,4	+ 5,0	.....	.....	....	NE. 1	0,99
24	567,89	— 0,63	566,24	569,34	+ 2,83	— 2,84	+ 1,7	+ 4,6	.....	.....	....	NE. 2	1,00
25	569,69	+ 1,21	568,89	570,04	+ 5,98	+ 0,38	+ 2,0	+ 8,7	.....	.....	....	NE. 1	0,04
26	569,12	+ 0,68	569,04	569,48	+10,02	+ 4,49	+ 6,2	+13,4	.....	.....	....	SO. 1	0,01
27	566,51	— 1,89	566,39	567,07	+ 2,73	— 2,73	+ 1,0	+ 6,1	.....	4,2.	....	NE. 1	0,94
28	567,83	— 0,52	566,59	569,02	+ 0,93	— 4,46	— 0,4	+ 3,6	.....	.....	....	NE. 2	0,99
29	568,52	+ 0,22	568,14	568,90	+ 5,34	+ 0,02	+ 2,0	+ 9,6	.....	.....	....	NE. 1	0,03
30	567,58	— 0,67	567,18	568,24	+ 7,32	+ 2,08	+ 4,3	+11,2	.....	.....	....	NE. 1	0,36
31	565,72	— 2,48	565,58	566,22	+ 4,18	— 0,98	+ 1,2	+ 7,2	.....	2,0.	....	NE. 1	0,83

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS D'AOUT 1872.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	565,43	565,62	565,85	565,75	565,72	565,68	565,91	566,00	566,13
2e «	569,17	569,32	569,49	569,58	569,58	569,57	569,57	569,67	569,76
3e «	567 23	567,45	567,60	567,60	567,60	567,60	567,65	567,87	567,90
Mois	567,28	567,46	567,65	567,64	567,63	567 61	567,71	567,85	567,93

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 3,16	+ 4,48	+ 5,68	+ 6,57	+ 6,01	+ 6,12	+ 4,99	+ 4,30	+ 4,16
2e «	+ 6 29	+ 8,67	+10,63	+11,37	+11,20	+10,45	+ 9,12	+ 8,15	+ 7,90
3e «	+ 3,55	+ 5,62	+ 6,47	+ 6,98	+ 6,97	+ 6,42	+ 4,95	+ 4,83	+ 4,27
Mois	+ 4,31	+ 6,24	+ 7,56	+ 8,26	+ 8,03	+ 7,62	+ 6,31	+ 5,73	+ 5,41

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 1,87	+ 7,58	0,79	51,2	15
2e «	+ 6.29	+11.84	0,33	18,4	—
3e «	+ 2,49	+ 8,02	0,63	6,2	—
Mois	+ 3,52	+ 9,11	0,59	75,8	15

Dans ce mois, l'air a été calme 19,4 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 2,83 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 42,7 sur 100.

* Voir la note du tableau.

CONTRIBUTIONS

A LA

THÉORIE DE LA FERMENTATION ALCOOLIQUE

PAR

M. J.-B. SCHNETZLER
Professeur à l'Académie de Lausanne.

Une vive discussion a éclaté récemment au sujet des fermentations, à l'Académie des Sciences de Paris, entre deux chimistes distingués, MM. Pasteur et Fremy. Pour M. Fremy, il y a fermentation toutes les fois qu'un composé organique se transforme rapidement et d'une manière en apparence spontanée en d'autres composés, dont l'un est ordinairement gazeux.

En réalité, les fermentations se produisent, suivant M. Fremy, sous l'action de substances albuminoïdes, tantôt bien connues, comme la diastase, la pepsine, la pectase, tantôt, au contraire, absolument inconnues, comme dans le cas de la fermentation alcoolique. Pour MM. Fremy et Berthelot dans les fermentations corrélatives du développement d'êtres organisés, ces derniers n'agiraient qu'en secrétant la substance albuminoïde spéciale à chaque fermentation et qui est le véritable ferment. Dans cette manière de voir, les ferments seraient des matières albuminoïdes solubles secrétées par un organisme vivant ou provenant de sa décomposition, et qui auraient la propriété de transformer par simple action de contact certaines matières organiques en d'autres composés différents.

Dans la séance du 5 février 1872, M. Fremy a formulé ses idées sur la fermentation de la manière suivante, en les appuyant sur des expériences :

1° Les fermentations peuvent se produire dans des conditions qui excluent toute possibilité de pénétration des germes atmosphériques dans la liqueur fermentescible.

2° Des ferments analogues aux levures se produisent directement à l'intérieur des cellules végétales par une simple transformation de leur plasma.

3° Un même ferment peut produire toutes les fermentations que M. Pasteur a étudiées sous le nom de fermentation alcoolique, lactique et butirique. On sait que M. Pasteur attribue chacune de ces fermentations à un organisme particulier.

Il faut cependant observer que les expériences de M. Fremy laissent beaucoup à désirer au point de vue de l'observation microscopique et qu'il a décliné l'offre de M. Dumas de répéter devant une commission de l'Académie, en même temps que M. Pasteur, des expériences convenues d'avance [1].

Je ne voudrais pas renouveler ici la dispute scientifique qui vient d'éclater si vivement à Paris. Mon but est de communiquer les résultats de quelques expériences faites pendant l'été et l'automne de 1871 sur la fermentation alcoolique. En restreignant ainsi le problème, nous nous trouvons toujours en face des mêmes questions importantes :

Les organismes qui accompagnent la fermentation alcoolique exercent-ils une action purement physico-chimi-

[1] *Revue des Cours scientifiques*, n° 32 et suite, 1872. *Comptes rendus de l'Académie des Sciences de Paris.*

que par l'intermédiaire des matières albuminoïdes qu'ils produisent, ou la fermentation est-elle produite par une fonction de leur vie ?

Ces organismes sont-ils la cause de la fermentation ou n'en sont-ils peut-être que l'effet ?

Avant de discuter ces questions, passons en revue quelques expériences, faites sans aucune idée préconçue.

1re *Expérience.*

Des groseilles rouges (Ribes rubrum L.) furent écrasées avec du sucre blanc bien pur ; au jus ainsi obtenu, on ajouta $^8/_{10}$ d'eau bouillante. Le liquide filtré, parfaitement limpide, fut enfermé dans deux flacons. Le flacon A resta ouvert ; le flacon B fut bouché par une couche d'huile d'olive très-pure de 5 centimètres d'épaisseur.

Vingt-quatre heures après, on vit apparaître dans les deux flacons de légers nuages blanchâtres qui cependant étaient plus gros dans le flacon A que dans le flacon B. Bientôt il se forma dans le flacon A des filaments ramifiés, un véritable mycélium de champignon, sur lequel s'élevaient de longues cellules ramifiées, présentant à leur extrémité des gemmes ou des chapelets de cellules reproductrices formées par étranglement d'une cellule allongée. Ce mode de reproduction a été signalé chez les champignons du genre Mucor, lorsqu'ils végètent dans des liquides sucrés, dans lesquels ils se trouvent entièrement immergés.

Cinq jours après le commencement de l'expérience, les flocons du flacon A s'étaient tellement agrandis qu'ils finissaient par atteindre la surface du liquide ; alors, pendant que la partie inférieure ne présentait que des ramifications irrégulières, la partie supérieure se composait

de filaments deux ou trois fois plus larges qui s'élevaient à l'air au-dessus du liquide, sous forme de cellules longues, droites, terminées en boules ou en vraies sporanges, remplies de spores arrondies. Ce champignon est le Mucor racemosus qui se trouve souvent dans des liquides en fermentation et à la végétation duquel on a souvent attribué la fermentation elle-même. Dans l'expérience dont nous parlons, à aucune phase de son développement, malgré sa luxuriante végétation, ce champignon n'a produit de dégagement de gaz.

Pendant tout ce temps, le liquide du flacon B, abstraction faite des flocons, qui, dès le commencement, s'étaient formés et déposés au fond, était resté parfaitement limpide et a gardé jusqu'à aujourd'hui (août 1872) sa couleur rosée, tandis que celui du flacon A s'est complétement décoloré. Le mycélium du flacon B est formé de filaments excessivement minces, accompagnés de petites spores. On trouve à l'aide du microscope ces mêmes filaments et sporules sur les groseilles et malgré la filtration et l'eau bouillante, ils ont été introduits vivants dans le jus des groseilles écrasées. La différence du développement du Mucor dans les deux flacons s'explique par les différentes quantités d'air avec lesquelles il se trouvait en contact.

Quoiqu'il n'y ait pas eu de dégagement de gaz ni dans l'un ni dans l'autre flacon, leur contenu, doux au commencement, a pris une saveur acide; il y a donc eu changement de composition sans dégagement de gaz. La température à laquelle le liquide s'est trouvé exposé variait de 20 à 25° C.

2me *Expérience.*

L'expérience précédente a été répétée avec du jus de groseilles rouges non chauffé. Il y a eu formation abondante de Mucor dans le flacon ouvert et dans celui qui était fermé avec de l'huile. Le champignon a parcouru toutes les phases de son développement dans les deux flacons; mais dans aucun des deux, malgré une température qui variait de 14° à 30°, il n'y a eu trace de dégagement de gaz.

Il est cependant bien connu que le jus de groseilles fermente spontanément et se transforme en une sorte de vin d'un goût assez agréable. Toutes les fois que cette fermentation alcoolique du jus de groseilles a été observée, l'examen microscopique a toujours démontré qu'elle était accompagnée du champignon ordinaire de la fermentation sur le nom duquel nous reviendrons plus tard. Schleiden nous cite un exemple de cette fermentation dans ses « *Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik,* » IVme édit., p. 146.

L'absence de fermentation avec dégagement de gaz dans le jus de groseilles sur lequel j'ai fait mes observations, s'explique peut-être par l'invasion et le développement du Mucor, dont la végétation vigoureuse a empêché celle du champignon ordinaire de la fermentation qui a dû se trouver aussi bien dans mon jus de groseilles que dans celui de Schleiden, car ils ont été préparés de la même manière. Mes groseilles cependant n'étaient pas tout à fait fraîches et leur surface présentait de nombreux mycéliums de Mucor. Quoi qu'il en soit, nous avions là un liquide fermentescible, dans lequel le Mucor racemosus a parcouru toutes les phases de son dévelop-

pement sans produire le dégagement d'une seule bulle de gaz.

J'introduisis alors dans mes deux flacons une petite quantité de levure de bière fraîche, dont les cellules étaient en pleine végétation. Déjà au bout de trois heures, dans le flacon ouvert, il s'établit un dégagement d'acide carbonique, dont les nombreuses bulles partaient du fond où se trouvaient les cellules de la levure; ces cellules se multiplièrent fortement par bourgeonnement.

Dans le flacon fermé par un bouchon d'huile, qui interceptait toute communication avec l'air extérieur, le dégagement des bulles d'acide carbonique, après l'introduction de la levure, s'établit un peu plus tard; mais le lendemain il y eut une vigoureuse fermentation avec dégagement de gaz et formation de nouvelles cellules de levure. Cette fermentation fut également moins forte que dans le vase ouvert; le liquide ne se troubla guère dans le vase fermé, parce que la lie se déposa au fond, tandis que dans le vase ouvert elle monta en grande partie à la surface.

3me *Expérience.*

Du jus de raisin très-limpide, tel qu'il est obtenu en pressant doucement les baies de raisin, fut placé dans trois éprouvettes. La première A fut bouchée par une épaisse couche de baume de Canada, la seconde B avec un tampon de coton, la troisième C restait parfaitement en communication avec l'air. Bientôt après il se forma dans les trois tubes un dépôt verdâtre composé de fragments de cellules, de cellules entières de la pulpe, de mucilage, de cristaux octaédriques, de fragments de mycélium de Mucor et de Penicillium. Trois jours après,

à une température de 15° C., la fermentation se manifesta bien dans l'éprouvette C. On y vit apparaître une quantité énorme de cellules du « ferment alcoolique ordinaire du vin » de Pasteur (Saccharomyces ellipsoïdeus Reess). Ces cellules se distinguèrent des spores de Penicillium et de Mucor. Pendant que les cellules de Saccharomyces se multipliaient énergiquement, le mycélium du Mucor et du Penicillium s'arrêta dans son développement.

Dans l'éprouvette B, le mycélium du fond se développa et forma des flocons blancs très-visibles à l'œil nu; il était entremêlé de cellules de Saccharomyces. A partir du quatrième jour, on vit se dégager quelques bulles d'acide carbonique. Le cinquième jour, la fermentation devint plus forte, les flocons de moisissures se tassèrent au fond avec les cellules de ferment. Le développement du mycélium s'arrêta depuis le moment où les cellules de Saccharomyces se multiplièrent et prirent le dessus [1].

Pendant tout ce temps, le jus recouvert d'une couche de baume de Canada n'avait pas fermenté. Au bout de quinze jours, à une température de 13°, il se manifesta une fermentation fort calme; un peu de lie se déposa doucement au fond. Il n'y eut pas trace de flocons de moisissure.

Peu de jours après, tout dégagement de gaz cessa, et aujourd'hui (août 1872), le jus de raisin présente encore la même couleur opaline qu'en automne 1871 et il est encore doux.

[1] Comme le coton arrête les germes organiques de l'air, les cellules de Saccharomyces devaient se trouver déjà dans le jus de raisin dans un état actif.

Cette expérience présente un certain intérêt. Nous avons là un liquide fermentescible, qui, en effet, commence à fermenter. Au point de vue physico-chimique l'impulsion était donnée. Les molécules de sucre se scindaient directement ou indirectement en molécules d'alcool et d'acide carbonique; mais à peine commencée, cette décomposition cesse et cependant ni le sucre, ni le ferment n'étaient épuisés. Est-ce l'exclusion de l'air qui a arrêté la fermentation? Des bulles d'air introduites à travers le baume de Canada ne provoquent pas une nouvelle fermentation et nous avons vu la fermentation alcoolique s'opérer dans une liqueur sucrée séparée de l'air par une épaisse couche d'huile. Une différence essentielle entre les deux expériences consistait dans le remplacement de la couche d'huile par une couche de baume de Canada. L'huile, loin d'empêcher la végétation des moisissures, leur fournit souvent un substratum favorable, leurs spores peuvent passer à travers une couche d'huile sans perdre leur faculté de germer et nous avons vu des cellules de levure végéter et se reproduire après avoir été introduites dans une liqueur sucrée à travers une épaisse couche d'huile. Le baume de Canada, au contraire, non-seulement empêche le développement des spores de champignon qui tombent de l'air, mais il agit comme antiseptique, soit sur les spores soit sur le ferment albumineux contenus dans la petite quantité de moût que le baume séparait de l'air.

4me *Expérience.*

Du moût préparé comme celui de l'expérience précédente fut mis dans deux éprouvettes ouvertes. L'une re-

çut le moût seul, l'autre du moût avec un pour cent de phénol. Dans la première éprouvette, la fermentation s'établit bientôt à une température de 8 à 10° C. Dans la seconde éprouvette, il se déposa au fond une matière brune, finement granuleuse, des cellules de Saccharomyces contractées et déformées, du mycélium de Mucor, dont le protoplasma coagulé forme une sorte de cylindre dans l'intérieur des filaments. Jusqu'à aujourd'hui (août 1872), ce moût n'a subi aucune trace de fermentation.

D'après Hoppe-Seyler (*Medicinisch-chemische Untersuchungen, Schlussheft)*, un pour cent de phénol tue tous les organismes, mais la décomposition des matières organiques continue encore lentement. J'ai plongé des groseilles rouges dans une solution de un pour cent de phénol dans de l'eau ; huit jours après il y eut fermentation avec dégagement de gaz et formation de levure qui surnageait. Des groseilles plongées dans une solution de un pour cent de chlorure de quinine subirent la même fermentation avec apparition de moisissures (Penicillium). Ces faits nous font voir que dans certains cas un pour cent de phénol empêche la fermentation et que dans d'autres un pour cent de la même matière ne l'empêche pas. Il est vrai que dans le premier cas le jus de raisin était parfaitement frais et n'avait pas été en contact avec la gousse, tandis que pour les groseilles, elles étaient cueillies depuis plusieurs jours et la grappe tout entière avait été plongée dans la solution de phénol. Dans le premier cas, il n'y avait que peu ou point de cellules de ferment en activité ; dans le second ces cellules étaient nombreuses et l'impulsion était donnée.

5me *Expérience.*

Du moût provenant de raisins pourris, avait subi sa première fermentation ; le vin qui en résultait était trouble et renfermait encore des cellules de ferment et des spores de moisissures. Il fut exposé au commencement de l'hiver 1871 pendant plusieurs jours à un froid qui variait de —13° à —16° C. Le liquide était complétement congelé. Au dégel, il se déposa au fond du liquide, devenu limpide et incolore comme l'eau, une matière brune, formée d'agglomérations de cellules de Saccharomyces déformées et déchirées. Le liquide clair fut décanté et jusqu'au mois d'avril 1872, on n'y vit aucun changement. Il y eut alors, à une température de 15°, une lente fermentation qui transforma le jeune vin en un vin mousseux comme du champagne, tandis qu'il se formait au fond du flacon un très-léger dépôt blanchâtre.

6me *Expérience.*

La liqueur fermentescible fut composée de la manière suivante : 15 grammes de sucre de raisin furent dissous dans 100 grammes d'eau. On y ajouta 3 grammes d'azotate d'ammoniaque, 2 grammes de phosphate de magnésie et 2 grammes de phosphate de potasse. Le précipité qui résulta de la réaction de ces sels fut éliminé par une filtration [1].

Le liquide filtré fut mis dans deux flacons A et B. Dans le flacon A on ajouta 50 centigrammes de levure fraîche de bière. Dans le flacon B on mit la même quan-

[1] J'ai employé ces sels malgré leur réaction, parce que dans d'autres expériences que je voulais vérifier on avait employé les mêmes substances minérales.

tité de levure vigoureusement broyée, jusqu'à ce qu'elle fut réduite en une pâte homogène et brune, tandis que la levure non broyée était d'un blanc jaunâtre. La levure broyée se composait de cellules déchirées et d'une matière amorphe finement granuleuse.

Trois heures après l'introduction de la levure intacte dans le flacon A, la fermentation commença (température 15°). Vingt-quatre heures après, le liquide était en pleine fermentation. Ce n'est qu'au bout de deux jours que de rares bulles de gaz se dégagèrent dans le flacon B. Ces bulles enlèvent du fond de la levure grise qui s'était formée au milieu de la matière brune. Trois jours après le commencement de l'expérience, la fermentation devint énergique dans le flacon B; elle fut accompagnée d'une forte production de ferment blanchâtre. Sous le microscope, on vit distinctement des bulles d'acide carbonique se dégager des cellules blanches.

7me *Expérience.*

Le liquide préparé comme dans l'expérience précédente fut placé dans trois flacons A, B et C. Dans les trois flacons on ajouta un minimum de levure non broyée; le flacon B reçut un pour cent de phénol; le flacon C un pour cent d'hyposulfite de soude. La température était de 15°. Le lendemain, le liquide de A et C se trouvèrent en pleine fermentation; celui de B restait intact.

8me *Expérience.*

Du jus de framboises fut placé dans trois éprouvettes A, B et C. L'éprouvette A reçut du jus non bouilli qui communiquait librement à l'air. Dans les éprouvettes B et C, on mit du jus bouilli dans l'éprouvette même, pen-

dant un quart d'heure environ. Le jus de l'éprouvette B communiquait librement avec l'air; l'éprouvette C avait été fermée, déjà pendant l'ébullition, par un bouchon de coton.

Le lendemain de l'opération, à une température de 25°, le jus de l'éprouvette A se trouva en pleine fermentation; de grosses bulles d'acide carbonique se dégageaient, et des cellules de ferment colorées en rose surnageaient. Bientôt il se forma sur cette couverture de levure rouge une couche de moisissure verdâtre qui n'était autre chose qu'une colonie de Penicillium glaucum, dont les spores germaient par milliers.

Depuis le 23 juillet jusqu'au 5 août, le jus de l'éprouvette B resta limpide de même que celui de C. A partir de ce moment, on aperçut dans l'éprouvette B une légère couche de Penicillium qui alla de jour en jour en augmentant. Cependant il n'y eut pas trace de fermentation accompagnée d'un dégagement de gaz. Le jus de l'éprouvette C est resté jusqu'à présent (1er octobre) parfaitement limpide et on n'y aperçoit pas la moindre apparence de moisissure [1].

Conclusion.

M. Dumas (Académie des Sciences de Paris, séance du 5 août 1872) admet deux sortes de ferments : ceux dont le type est la levure de bière, qui vivent et se multiplient pendant la fermentation ; ceux dont le type est la diastase, qui se détruisent au contraire pendant leur action. Il démontre, contrairement à la théorie de Liebig, que la fer-

[1] Après l'ébullition il s'est déposé dans les éprouvettes B et C une matière coagulée d'un gris rougeâtre.

mentation alcoolique est, comme le soutient M. Pasteur, un phénomène corrélatif de la vie de la levure (*Revue scientifique*, 10 août 1872). La distinction faite par M. Dumas me semble très-heureuse ; il y a des transformations chimiques qu'on a rangées parmi les fermentations et qui s'opèrent sans l'intervention d'organismes vivants, tandis que la fermentation alcoolique, etc., est produite par de petits organismes vivants de la classe des champignons. Dans l'un et dans l'autre cas c'est une matière albumineuse qui, sous l'influence de l'oxygène, exécute un travail chimique, et, il faut l'avouer, nous ignorons dans l'un et dans l'autre cas comment ce travail chimique et physiologique s'opère dans du protoplasma vivant. Les hypothèses n'ont pas manqué, mais il vaut mieux avouer notre ignorance et continuer nos recherches.

Des expériences précédentes, nous pouvons tirer les conclusions suivantes :

1° La fermentation alcoolique avec dégagement de gaz est produite par les cellules vivantes de Saccharomyces qui se trouvent dans la levure ; il existe des cas où les Mucor, Aspergillus et Penicillium ne la produisent pas avec dégagement de gaz, lorsqu'ils se trouvent dans le même liquide.

2° Les cellules de Saccharomyces ne résistent pas à une ébullition prolongée.

3° Des moisissures peuvent produire un changement dans la composition chimique d'une liqueur fermentescible sans qu'il y ait dégagement de gaz.

4° La même quantité de matière antiseptique peut produire des effets différents dans une liqueur fermentescible, suivant que les champignons se trouvent dans le liquide à l'état de repos ou en pleine végétation.

5° Les moisissures empêchent souvent le développement des Saccharomyces et vice versa.

6° Le froid peut hâter la clarification et la maturation du vin.

7° La levure broyée, quoiqu'elle renferme encore quelques cellules de levure vivantes, ne produit jamais aussi vite la fermentation que la levure intacte.

8° Dans du jus de framboises non bouilli, exposé à l'air, les champignons de fermentation (Saccharomyces) se développent avant les moisissures. Dans le même jus bouilli, exposé à l'air, il n'y a plus de fermentation, mais il se forme des moisissures. Bouilli dans une éprouvette fermée par du coton, il n'y a ni fermentation, ni moisissure.

ÉTUDE
SUR
LE TERRAIN QUATERNAIRE DU SAHARA ALGÉRIEN

PAR

M. CHARLES GRAD.

En réalité, le Sahara a une surface accidentée bien différente de la plaine toujours unie, partout sablonneuse, dont les vents du midi tourmentent les flots pareils aux vagues de la mer, selon le témoignage des géographes anciens exprimé par Mela: *Auster immodicus exsurgit, arenasque quasi maria agens, siccis sævit fluctibus.* Mais si cette contrée immense présente des différences d'altitude de 2000 mètres au moins entre ses derniers sommets et ses dépressions les plus basses, l'absence de fleuves permanents à sa surface empêche de saisir aisément les principaux traits de son relief. Son point culminant se trouve dans l'Ahaggar, massif élevé dont les cimes conservent la neige durant plusieurs mois, qui a des sources et des eaux courantes, duquel enfin se détachent plusieurs plateaux ou contreforts partageant par leurs lignes de faîte de Sahara en trois grands bassins fluviaux. Ces trois bassins sont ceux du Taffassaset qui s'incline au sud vers le Soudan et le grand fleuve de Tombouctou ; du Tirhërert qui débouche au bas de l'Atlas marocain à l'ouest du côté de l'Atlantique; de l'Igharghar au nord qui va aboutir aux abords du golfe de Gabès et de la Méditerranée. L'aridité du Sahara est telle que ses rivières se perdent dans les sa-

bles à leur sortie des vallées de l'Ahaggar pour continuer sous terre leur cours sur de plus grandes étendues.

Presque tout le réseau fluvial du sud de l'Algérie converge vers l'Igharghar. Cette rivière ainsi nommée par les Touaregs est le Gir de Ptolémée, le Niger des géographes latins, comme il ressort des judicieuses identifications de M. Vivien de Saint-Martin. Formée de l'union de plusieurs branches descendues de l'Ahaggar, elle se dirige par l'Oued Gigh ou Rhir avec un cours souterrain vers la dépression du Chott Melghigh ou Melrhir, où aboutit également un autre affluent souterrain, l'Oued Djeddi venant des plateaux de Laghouat, à l'ouest. Les deux courants de l'Igharghar et du Djeddi ont dû communiquer ensemble à une époque plus ancienne, peut-être même avec la Méditerranée par la Petite Syrte ou le golfe de Gabès à travers les lagunes du sud de la Tunisie. Mon intention, en signalant ces faits, n'est pas de donner ici une esquisse complète de la conformation physique du Sahara. J'ai seulement voulu montrer comment le bassin du Melghigh et de ses affluents plus ou moins apparents embrasse les parties centrale et orientale du Sahara algérien. Je rappellerai de plus que le fond ou le niveau du Chott Melghigh, dont les eaux, quand il y en a, sont peu profondes, se trouve à peu près au niveau ou peut-être au-dessous du niveau de la Méditerranée; les observations barométriques de M. Marès et celles de M. Vuillemot attribuent au fond de ce bassin ordinairement à sec une position de 21 à 38 mètres au-dessous du niveau de la mer. On ne distingue aucune pente à l'œil dans la région des lacs salés; mais le cours des eaux montre dans l'Oued Ghigh à la suite des violents orages une inclinaison sensible du sud au nord. En somme, l'immense bassin des

Chotts sahariens, de l'Igbargbar et du Djeddi, est dessiné au sud par le massif de l'Ahaggar et ses terrasses étagées; par les plateaux de la Tasli septentrionale, de Tademayt, des Beni Mezab et de Laghouat du côté de l'ouest, enfin par la chaîne de l'Atlas au nord.

Dans la province de Constantine, la ligne de séparation des eaux coulant d'une part vers le Sahara, de l'autre du côté de la Méditerranée passe à six kilomètres de Batna à une hauteur de 1100 mètres au-dessus de la mer. Des deux côtés de cette ligne s'étend un dépôt continu de marnes, entre les crêtes de collines, avec une pente très-douce, presque insensible. Tantôt brunes, tantôt jaunes et zébrées de violet, ces marnes reposent à quelques mètres de profondeur sur un banc de poudingue à peu près horizontal à l'œil. En descendant vers le Sahara, le poudingue reparaît ensuite à la surface, soit en figurant des plateaux réguliers ou des terrasses comme le long de l'Oued El-Kantara, de l'Oued Bou-Mazoube et de l'Oued-Biskra; soit sous forme d'un manteau continu comme entre le col de Khanguet-Ousla et la plaine d'El-Outaïa d'abord, puis dans le pli compris entre le col de Sfa et Biskra. Ces poudingues à peu près horizontaux recouvrent parfois, avec une discordance de stratification bien marquée, les terrains de formation antérieure, comme au pied du Djebel Amar-Khaddou, aux abords des oasis de Chetma et de Garta. Ils se composent de cailloux roulés provenant des calcaires crétacés englobés dans une gangue calcaire ou gypseuse plus ou moins dure formant carapace. La grosseur des cailloux comme l'épaisseur des bancs diminue à partir des pentes de l'Atlas vers le sud du Sahara. Les dimensions des galets varient depuis un mètre cube dans le bassin du Hodna jusqu'à la taille d'une noisette au plateau

de Kef-el-Hammar. La puissance des bancs atteint de 8 à 10 mètres sur les bords de la rivière de Biskra, de 5 à 10 mètres le long de l'Oued El-Kantara, de 3 à 4 mètres près de Chetma, 4 mètres au-dessus des couches d'origine marine de l'époque pliocène de Bou-Mazoube, dans le bassin du Hodna. Vers le sud les poudingues ou même les galets en moins grande abondance encroûtés dans les marnes pures ou argileuses apparaissent beaucoup plus rarement à la surface du sol. Mais les forages artésiens faits pour la création de puits jaillissants à Touggourt et dans la dépression du Chott Melghigh indiquent presque toujours des couches de poudingues sous les marnes et les sables à une profondeur variable, ordinairement de 30 à 60 mètres. A Ourlana, les journaux de sondages indiquent à 58 mètres de profondeur une première couche, brêche de silex et calcaire très-dure de 5 mètres d'épaisseur; à Mazer on a trouvé par 58 mètres aussi un banc de cailloux roulés de calcaire et de silex agglutinés; à Sidi-Jaya une couche de galets calcaires et de silex reliés par un sable très-dur à 41 mètres; à Sidi-Ambam un poudingue à 68 mètres; à Tamerna un poudingue de silex et de calcaire à gangue siliceuse dure à 50 mètres. Non-seulement les poudingues apparaissent ici à une plus grande profondeur que près du pied de l'Atlas sur la lisière du Sahara, mais les galets, qui souvent ne dépassent pas la grosseur d'une noisette, sont pour la plupart siliceux, tirant probablement leur origine de montagnes situées dans le sud et d'une nature différente des terrains de l'Atlas sur la lisière septentrionale du désert.

Partout où ces poudingues arrivent au jour, ils forment des plateaux arides, des *Hammads*, comme disent les Sahariens. Ils ne forment pas des couches régulières, d'une

épaisseur constante sur tout leur développement. Ils ont plutôt l'aspect des dépôts de graviers fluviatiles, s'étendant au-dessus des marnes et des sables plus ou moins gypsifères qui leur sont associés comme un manteau continu à surface généralement horizontale. On observe cette horizontalité des poudingues superficiels autour de Biskra comme aux oasis de Khanga-Sidi-Nadj et de Sidi-Obgha, au bord de l'Oued El-Arab et au plateau de Kef-el-Hammar. Sur les rives de l'Oued El-Kantara ces mêmes poudingues affectent bien par moments des pentes assez fortes, mais elles proviennent de l'éboulement des marnes sous-jacentes. Puis sur la lisière septentrionale du Sahara, entre les oasis de Sidi-Khelil, ce dépôt, en stratification discordante avec des couches de grès jaunes et de marnes d'une formation plus ancienne sur lesquelles il repose, présente une inclinasion de 15° vers le sud due, sans doute, à un soulèvement. Dans la Mididja, le manteau de galets anciens de la période quaternaire, situé sur les pentes des montagnes des Beni-Menacer, a été également fortement relevé avec des dénivellations considérables depuis sa formation.

Aux poudingues du Sahara sont associées des couches de marnes et de sables à peu près parallèles. Quand les couches alternent ou se superposent, le parallélisme de ces différents dépôts ne persiste pas cependant d'une manière rigoureuse sur de grands espaces, comme il arrive pour les sédiments formés au fond des mers. Leur forme est lenticulaire et l'épaisseur des dépôts varie souvent sur de faibles étendues. Les résultats des sondages artésiens faits sur des points rapprochés montrent que les couches de marnes, de sable et de poudingues, ordinairement accompagnées de gypse, enchevêtrent différemment leurs

alternances variées. Bien des fois les poudingues passent au sable d'une manière insensible, ou encore, les marnes sableuses se changent en marnes pures. Quant au gypse, il donne souvent au sable la consistance du grès dont la délitation à la surface du sol produit les dunes. Lorsque les marnes paraissent à la surface, elles forment comme les poudingues des plateaux ou des hammads désséchés, dont l'aspect monotone et les vastes perspectives contrastent avec le sol accidenté des grandes dunes. Presque toujours la superficie des plateaux terreux présente comme le manteau de poudingues un encroûtement calcaire ou sourtout gypseux qui paraît avoir transsudé à la surface et la rend rocheuse.

La présence du gypse dans les couches superficielles de gravier, de sable et de marnes du Sahara ne doit pas étonner, car on le retrouve aussi dans les couches des formations tertiaires et crétacées. Sa texture et son abondance varient. Il est mêlé en plus grande quantité aux dépôts superficiels ; mais les sondages artésiens constatent aussi l'existence de couches gypseuses compactes à 100 mètres de profondeur au puits de Cétraiat, à 94 mètres au puits d'El-Mkham. Il est parfois farineux et friable, plus souvent solide et cristallisé. On voit des amas de gypse blanc pulvérulent au milieu des poudingues de l'Oued El-Kantara et dans les sables qui forment la ceinture du bassin du Hodna. Dans les sables quartzeux, le gypse apparaît en cristaux en fer de lance de 20 à 25 centimètres de long sur 15 à 20 centimètres de large, formant des paquets entassés les uns au-dessus des autres, avec des angles très-vifs, montrant que les cristaux se sont développés sur place et n'ont pas été roulés dans un courant d'eau. Viennent-ils à former une couche con-

tinue, les cristaux gypseux affectent plusieurs formes et s'enchevêtrent de mille manières diverses. Mais le plus fréquemment, le gypse se montre à la surface des plateaux sahariens à l'état de croûte uniforme, composée de plaques juxtaposées à structure grenue simulant un dallage régulier. Ce dallage se poursuit sans interruption sur des étendues énormes où l'on pourrait rouler en voiture pendant des heures. De loin le reflet de cette surface unie rappelle l'aspect des névés des Alpes éclairés par le soleil. Dans certaines dépressions et dans les gouttières d'anciens courants d'eau à sec, la même croûte revêt les pentes et les parois comme la face supérieure des plateaux, témoignant alors de dénudations et d'érosions antérieures aux derniers dépôts gypseux. Je dis les derniers dépôts, car l'exécution des puits artésiens dans le bassin de Melghigh a montré la présence de bancs de gypse solide à de grandes profondeurs, alternant avec des couches de marne et de sable. L'analyse chimique indique d'un autre côté une forte proportion de sable quartzeux dans les cristaux de gypse les plus purs en apparence [1].

Dans le sud les amas de sable que les forages artésiens du bassin de Melghigh ont traversé sur une grande épaisseur apparaissent à la surface du sol sur d'immenses étendues sous forme de dunes. Tout d'abord, au premier

[1] D'après une analyse de M. Vatonne, ingénieur des mines à Alger, analyse vérifiée plus récemment par M. Piccard, 100 parties de gypse cristallisé du Sahara présentent les éléments suivants :

Sable quartzeux	37,00
Argile.	5,00
Gypse ou sulfate de chaux. .	41,40
Carbonate de chaux.	3,67
Carbonate de magnésie . . .	1,50
Eau	11,43

aspect le sable des dunes du Sahara semble amené par les vents. Cependant le même sable a été trouvé dans des puits artésiens alternant avec des couches de marnes et des poudingues, par conséquent dans des conditions qui attestent son dépôt sous l'action de l'eau. Puis au sein même des dunes, il y a des traces de stratification et de gros cailloux roulés que le vent n'a probablement pas amenés et qui témoignent au contraire d'une origine sédimentaire dans un courant d'eau. Les vents d'ailleurs, suivant le témoignage des Sahariens, ne modifient pas sensiblement, pendant toute une vie d'homme, la forme extérieure des grandes dunes, atteignant 100 mètres d'élévation et avec de fortes pentes. Mieux vaut attribuer la formation des dunes sur place avec des sables préexistants à l'état friable ou provenant de la décomposition des grès gypseux sous l'influence des phénomènes atmosphériques. M. Vatonne [1] dit que les dunes quand elles recouvrent des grès les protègent contre la désagrégation par l'atmosphère et que la décomposition des grès de cette région généralement peu solides provient des dilatations et des contractions causées par les variations de température. Au soleil la température du sol dans le Sahara s'élève parfois de 60 à 70 degrés centigrades pendant le jour pour s'abaisser d'autres fois au-dessous de 0 pendant la nuit.

La stratification horizontale ou à peu près telle des poudingues, des sables et marnes du Sahara rattache ces diverses couches à une même formation qui recouvre avec discordance les terrains plus anciens. Cette formation a une puissance de 10 mètres seulement dans les poudingues de la lisière septentrionale du Sahara algérien; mais elle atteint 107 mètres au sondage d'Oum-Thiour,

[1] Henri Duveyrier. *Les Touaregs du Nord*. Paris, 1865, p. 34.

à l'est du Chott Melghigh et 178 mètres si l'on tient compte des inégalités de relief du sol environnant. Aux puits d'Oum Thiour, les forages ont d'abord traversé une couche de poudingue, puis des sables alternant avec des marnes à 48 et à 64 mètres de profondeur. Comme ces puits sont au nombre de trois, peu distants les uns des autres, on peut comparer leur coupes et ces coupes attribuent aux diverses couches une forme lenticulaire, mais à stratification horizontale. Cette forme des couches apparaît également sur les berges dès anciens cours d'eau désséchés et des ravins creusés dans les plateaux, comme aussi sur les flancs des terrasses et des monticules qui apparaissent de distance en distance dans le désert comme autant de témoins de dénudations immenses subies par ce terrain depuis sa formation. Quant aux discordances de stratification avec les terrains plus anciens, elles se manifestent surtout aux environs de Biskra, dans les oasis de l'est et de l'ouest, au pied des pentes de l'Atlas, où les dépôts horizontaux de marnes et de poudingues recouvrent non-seulement des formations miocènes et pliocènes d'origine marine, mais où ils viennent butter en outre sous un angle plus ou moins grand contre des couches, redressées de composition semblable à la leur, que M. Ville et M. Coquand désignent sous le nom de terrain pliocène d'eau douce, en proposant d'appeler *terrain saharien* la grande formation que nous venons de décrire.

Avec un développement immense le terrain saharien présente une remarquable unité de composition. Il réunit tous les caractères des dépôts d'atterrissement fluviatiles de la formation du diluvium ou du terrain quaternaire représentés dans tous les pays du monde. Ses fossiles sont des restes de mollusques terrestres ou d'eau douce, prove-

nant presque tous d'espèces encore vivantes dans le Sahara et en Algérie. Nous y trouvons entre autres : le *Planorbis corneus* recueilli lors du forage artésien d'Oum-Thiour, à 93 mètres de profondeur, dans une couche de sable; le *P. Duveyrieri*, découvert par M. Duveyrier dans une « terre blanche calcaire » de l'Erg; l'*Helix candidissima*, l'*H. melastomosa* et l'*H. pyramidata* ramassés dans les sables du Hodna et à Nouleïna ; le *Bulimus decollatus* dans les marnes gypseuses de l'Oued Biskra; la *Melania tuberculata* et le *Melanopsides prærosus*, trouvés par M. Ville avec un fragment d'omoplate près de l'oasis d'Oumach, dans des sables blancs quartzeux mêlés de gypse et d'argile brunie par des matières bitumineuses. Outre ces espèces caractéristiques des formations d'eau douce, le terrain saharien a présenté sur beaucoup de points, d'abord dans les sables et grès quaternaires de la Daya de Habessa, puis dans différents forages du bassin de Melghigh à des profondeurs notables et dans les grès gypseux de Bouchana, le *Cardium edule*, qui vit dans les eaux saumâtres. De plus, M. Desor affirme avoir trouvé également à Bouchana un fragment de *Buccinum gibberulum*, espèce qui vit encore sur le littoral de l'Algérie, accompagné de plusieurs morceaux séparés de *Balanus miser*[1]. A la suite de cette dernière découverte, M. Desor et M. Martins n'ont pas hésité à attribuer une origine marine aux grès de Bouchana, concluant en outre à l'existence d'une vaste mer à la surface du Sahara et contemporaine de l'époque de la grande extension des glaciers des Alpes. Pour ma part, je n'ai rencontré que des fossiles d'origine terrestre ou d'eau douce dans le terrain quaternaire du Sahara algérien et toutes les observations des géologues qui l'ont

[1] Desor, *Aus Sahara und Atlas*. In-8°; Wiesbaden, 1867, p. 46.

exploré concordent à établir presque partout à la surface de cette région l'existence de dépôts d'atterrissements d'origine fluviatile. Si la présence de fossiles marins de la même époque se confirme sur certains points, cette mer ne s'est pas étendue alors sur toute la surface du Sahara et formait peut-être un bassin intérieur comme celui de la Mer Morte de Palestine, ou bien encore communiquant avec la Méditerranée par le golfe de Gabès, ce qui reste à démontrer. L'existence des marais salants, Chotts, Dayas et Sebkhas, dans certaines dépressions ne saurait être invoquée en faveur de cette mer, car ces formations se retrouvent également sur les hauts plateaux de l'Atlas : le sol imprégne surtout les couches superficielles et provient du lavage constant des terrains dominants par les eaux pluviales pendant le cours des siècles. D'ailleurs M. Marès a recueilli sous une croûte de sel dans la Daya de Habessa des coquilles fluviatiles, mélanies, mélanopsides et paludines associées au *Cardium edule*.

Les couches en stratification discordante avec le dépôt franchement quaternaire de la lisière septentrionale du Sahara algérien, couches que MM. Coquand et Ville appellent *terrain pliocène d'eau douce*, n'ont encore présenté d'autres fossiles que quelques mélanopsides dont l'origine pourrait être assez récente. Ces couches fortement redressées du côté de l'Atlas se composent de poudingues et de grès grossiers alternant à leur base avec des marnes gypsifères. On y voit aussi sur certains points des calcaires blancs intercalés dans les marnes notamment à Biskra. Les poudingues de cette formation atteignent une puissance de 100 mètres sur les bords de l'Oued Malah. Peut-être pourrait-on rapporter cet ensemble de couches redressées au terrain quaternaire ancien des Braz

et de Marengo étudiés dans le Tell par M. Pomel[1] qui ne se trouve plus dans sa position de niveau primitif et qui correspond aux corniches de dépôts marins côtiers de Cherchell, élevés de 200 mètres au-dessus d'une seconde série de dépôts marins à peine émergés ? En tous cas, on distingue dans le terrain quaternaire du Tell, en Kabylie comme dans la Mididja et dans la vallée du Chelif deux divisions distinctes l'une de l'autre quoique de composition identique toutes deux. Les deux dépôts se composent d'un manteau de galets souvent passés à l'état de poudingue et recouvert au sommet par un limon rougeâtre argilo-calcaire. Le dépôt ancien présente des bossellements et des ondulations formées à la suite de dénivellations et de mouvements du sol considérables. Le dépôt plus récent exempt de tout changement de niveau sensible, correspond aux plages légèrement émergées de la Calle, d'Alger et d'Oran, renfermant avec la faune actuelle de la Méditerranée des restes d'*Elephas antiquus*.

Nous avons vu que de distance en distance apparaissent sur les plateaux du Sahara des monticules terreux affectant la forme de troncs de cônes ou de pyramides et qui sont autant de témoins de grandes dénudations subies par le manteau quaternaire. Certains de ces témoins atteignent 60 mètres d'élévation et même plus. Les plateaux sont aussi découpés par de longues et profondes gouttières, par des ravins semblables aux lits désséchés de grands fleuves qui portent quelques fois jusque dans les régions des dunes les crues accidentelles écoulées de

[1] A. Pomel, *Le Sahara, Observations de géologie et de géographie physique, avec des aperçus sur l'Atlas et le Soudan*; in-8°. Alger, 1872, p. 49.

l'Atlas ou du massif de l'Ahaggar. Gouttières et ravins traversent de part en part le manteau d'atterrissement horizontal de la lisière septentrionale du Sahara pour entamer les couches sous-jacentes plus anciennes redressées au bas des pentes de l'Atlas. C'est ce qu'on remarque notamment en amont de l'oasis de Khanga-Sidi-Nadji où l'érosion est descendue à 50 mètres au-dessous de la surface des poudingues horizontaux. Dans ces ravins, le travail d'érosion ne s'est pas produit d'une manière continue, mais avec intermittence, car leurs flancs portent des dépôts d'alluvions étagés à différentes hauteurs, correspondant chacun à un régime spécial des eaux courantes. Les dépôts d'alluvions modernes formés par les détritus du terrain quaternaire prennent une extension plus considérable dans les dépressions des marais salants où aboutissent les gouttières et les grands ravins au voisinage des dunes. Les marais ou les grands lacs salés offrent, à côté des plateaux et des dunes de sables, une des trois formes caractéristiques de la topographie du Sahara ; tandis que les grès gypseux et les dépôts de sable ont fourni les matériaux des dunes, que les plateaux s'étendent partout où les marnes et les poudingues du manteau quaternaire constituent le sol superficiel, le fonds des lacs salés, Chotts ou Sebkhas, est une formation moderne composée de couches de limon plus ou moins argileux, accompagnées de gypse et de sel, continuant à se former sous nos yeux.

A l'aspect du sol aride du Sahara, de son ciel sans nuages, de ses ravins sans eau, on se demande comment les érosions profondes dont le pays présente tant de traces irrécusables ont pu se manifester? D'où viennent les courants fluviaux, agents de cet immense travail de dénuda-

tion ? Or, d'une part, les pluies rares dans le Sahara sont assez abondantes sur les sommets de l'Atlas, des montagnes de la province de Constantine notamment, puis sur les flancs de l'Ahaggar, où les rivières qui convergent vers le bassin de Meghigh prennent leur source et possèdent un volume d'eau assez considérable en hiver. D'un autre côté, le Sahara lui-même éprouve de temps en temps des orages avec des pluies torrentielles qui déversent à sa surface en quelques instants des amas d'eau énormes et d'une extrême violence. Le Dr Barth et M. Duveyrier décrivent les débordements causés par ces pluies diluviennes et dépeignent avec de vives couleurs leur puissance érosive. Dans ses *Reisen in Nord- und Central-Afrika,* le Dr Barth cite entre autres une inondation diluvienne dont il fut témoin dans l'Ahïr, à Tintaghoda, par 19° de latitude. En moins d'une heure, à la suite d'une pluie survenue dans les montagnes, un courant d'eau assez impétueux pour entraîner les bestiaux et déraciner les arbres couvrit toute la vallée large de 2000 mètres sur une grande hauteur. Dans son livre sur *Les Touaregs du Nord,* M. Henri Duveyrier dit aussi : « J'ai eu l'occasion, le 30 janvier 1861, étant à Oursel, au pied du Tasli, d'observer le débordement d'un des nombreux torrents qui descendent de cette montagne. La rapidité du courant était d'un mètre à la seconde et les eaux charriaient des alluvions dans une proportion telle, qu'après leur dépôt les Touaregs ont pu ensemencer des céréales là où la veille il n'y avait pas de terre végétale. » Un peu plus loin, le même voyageur ajoute : « Au printemps de 1862, une pluie d'orage tombée sur le versant sud du Ahaggar amena de telles quantités d'eau dans les vallées d'Idjéloudjâl et de Tarhit, qu'elles emportèrent une par-

tie de la montagne. L'action des eaux fut assez rapide pour qu'une tribu entière, campée au débouché des deux vallées, périt corps et biens..... Avant 1856, sur la rive gauche de l'Ouadi Titersin, existait une ligne de dunes, du nom de Arekka-n-Bodelka, assez haute pour que les chameaux ne pussent pas la franchir. Advint alors une crue accidentelle dans l'Ouadi et elle eut la puissance de faire disparaître toute la masse de sable qui composait ces dunes. » Simultanément avec ces déblais, les afflux d'eau du Sahara créent sur d'autres points avec leurs alluvions d'immenses barrages, qui, de siècle en siècle, modifient le cours des ravins. Rien de plus fertile d'ailleurs que ces dépôts alluvionnaires, dont on trouve à Biskra une couche de deux mètres au-dessus d'un pilier de construction romaine.

Aujourd'hui la pente du sol dans le bassin de Melghigh est de 0,001. Dans le voisinage des lacs salés, elle descend encore au-dessous de ce chiffre pour se relever un peu plus au pied de l'Atlas, où les matériaux du dépôt d'atterrissement sont plus grossiers et consistent surtout en amas de graviers transformés en poudingues. Les dénudations dont ces lacs salés temporaires occupent les parties les plus basses, paraissent antérieures à l'érosion des grands ravins qui aboutissent à ces dépressions. Loin de s'approfondir davantage, les bas-fonds sahariens tendent maintenant à se combler au détriment des dépôts quaternaires anciens. Les alluvions modernes de ces bassins sont stratifiées en couches de faible épaissseur bien différentes de l'ancienne formation quaternaire. Avec une constance de caractère remarquable, les dépôts d'atterrissements anciens se distinguent encore par leur immense développement. Non-seulement ils constituent les plateaux

du Sahara et recouvrent les régions basses du Tell algérien, mais ils reparaissent sur chaque gradin de la chaîne de l'Atlas, en communication avec les terrasses inférieures par les défilés et les cols, formant un manteau continu que percent par intervalles les saillies des terrains plus anciens et dans les creux duquel les alluvions modernes déposent de faibles couches de limon argileux ou sableux. Tel est le développement des formations quaternaires de l'Algérie, que l'on a de la peine à en faire venir, tous les matériaux des massifs montagneux qui en sont exempts. Selon l'expression très-juste de M. Pomel, la disproportion entre les surfaces d'atterrissement et celle occupée par les roches préexistantes confondent l'imagination. Il a fallu pour ce puissant dépôt détritique l'intervention de courants d'eau violents descendus des montagnes et des pluies d'une abondance extrême, avec lesquelles la sécheresse du climat actuel présente un évident contraste.

En résumé, le terrain quaternaire du Sahara algérien offre une grande uniformité de composition. Formé d'amas de poudingues, de grès et de sable, de marnes sableuses ou argileuses, tous accompagnés de gypse en quantité variable et en différents états, il n'a point de stratification régulière comme celle des dépôts des eaux tranquilles, mais il présente des dépôts lenticulaires enchevêtrant différemment leurs alternances variées comme dans les formations d'atterrissement fluviatiles. Ces différents amas occupent une position à peu près horizontale ou stratification discordante avec les couches de même nature redressées fortement près de la lisière septentrionale du Sahara sur les pentes de l'Atlas. Leurs matériaux affectent une disposition pareille à celle du diluvium an-

cien, étudié en Europe et en Amérique : les éléments les plus grossiers, les blocs de fortes dimensions, les cailloux roulés et les poudingues se trouvent répartis sur les pentes des montagnes et à la base du dépôt. Un ciment gipso-calcaire sert de gangue aux poudingues, tandis que les plateaux marneux offrent généralement des croûtes concrétionnées par un ciment calcaire, qui semble avoir transsudé à la surface pour la rendre rocheuse en bien des points. Quant aux dunes qui occupent de vastes espaces, elles proviennent de la désagrégation des grès gypseux ou de couches de sables préexistantes non amenées par les vents.

Je n'ai pas trouvé dans le Sahara de traces positives d'anciens glaciers dont l'existence a été signalée tout récemment. Les sillons que certains géologues ont pris pour des stries glaciaires sur des galets sahariens proviennent de la corrosion de certaines mousses : les stries glaciaires sont tracées en biseau et affectent des lignes à peu près droites, tandis que ces sillons sont curvilignes et ressemblent à des vermoulures. D'autres cailloux à deux faces parallèles aplaties, mais à arêtes anguleuses comme s'ils provenaient de galets d'abord arrondis, puis usés sur les deux faces parallèles par le frottement d'un corps solide, et que M. Tissot, ingénieur des mines à Constantine, a recueillis au milieu d'amas de fragments pierreux et de terre mêlés confusément sur les plateaux entre le Sahara et le Hodna, ne me semblent pas non plus d'origine glaciaire. A l'entrée de la gorge d'El Kantara, au nord de la lisière du Sahara, j'ai bien remarqué en amont de l'ancien pont romain des amas de blocs à vives arêtes mêlés de matières terreuses non triées et sans traces de stratification, répandues sur les deux versants de la vallée et

semblables aux moraines d'un grand glacier disparu. M. Henri Fournel remarqua déjà en 1849 sur ce point dans les ravins « des blocs énormes de calcaire blanc-grisâtre-cristallin et de grès vert à gros grains » sans trouver ces roches en place [1]. Toutefois, malgré des recherches attentives, je n'ai pu constater l'existence de roches polies, ni de galets striés par la glace. A mon retour du Sahara, au mois de mars, j'ai fait quelques courses dans le Djurdjura pour y rechercher des traces glaciaires, mais je n'ai rien vu de semblable jusqu'aux abords du col de Tirourda et dans les vallées latérales supérieures. L'abondance des neiges à 1800 mètres d'altitude ne m'a pas permis de reconnaître les vestiges d'anciens glaciers qui restent probablement à ces hauteurs. Certains sommets du Djurdjura s'élèvent à près de 2400 mètres au-dessus de la mer et leurs flancs ne se dégagent des neiges qu'en été.

Turckheim, Alsace.

[1] Fournel, *Richesse minérale de l'Algérie*, p. 301.

RECHERCHES

SUR

LES PHÉNOMÈNES CHIMIQUES

DE LA

NUTRITION DES TISSUS DES MUSCLES ET DES POUMONS

A L'ÉTAT NORMAL

ET DANS LA PHTHISIE TUBERCULEUSE

PAR

LE D[r] WILLIAM MARCET

Membre de la Société Royale de Londres.

Mémoire communiqué à l'Association française pour l'avancement des Sciences, session de 1872 à Bordeaux.

Le point de départ des recherches qui font le sujet de cette communication est l'idée, présente à mon esprit depuis bien des années, que les tissus des animaux et des végétaux doivent être nécessairement composés de trois ordres de substances nettement définis.

1° Des substances formant le tissu proprement dit, ou à l'état de maturité.

2° Des substances nutritives en dissolution, et en voie d'assimilation ou de transformation en tissu.

3° Des substances en voie d'élimination représentant le détritus des tissus.

Mais comment séparer ces différentes classes de substances pour les soumettre à l'examen et à l'analyse ? Il y avait là une difficulté qui me paraissait insurmontable, lorsque parurent, en 1861, dans les *Transactions de la Société Royale de Londres* les travaux admirables de Graham

sur les phénomènes de la diffusion liquide. Ce sont les résultats obtenus par ce chimiste qui m'ont suggéré un moyen d'arriver à mes fins, et qui m'ont permis, après cinq années de travail, d'atteindre au but que je m'étais proposé.

Qu'il me soit permis d'abord de rappeler brièvement les lois de la diffusion liquide, telles qu'elles ont été établies par Graham. Si l'on verse avec soin de l'eau pure sur une dissolution aqueuse de chlorure de sodium, en faisant intervenir une petite plaque de liége, par exemple, de manière à éviter le mélange immédiat des deux liquides, on obtiendra deux couches superposées et distinctes l'une de l'autre; et quelque attention que l'on fasse de ne pas secouer les liquides, ou de les tenir à l'abri des courants d'air qui pourraient en effectuer le mélange, ils ne se distribueront pas moins l'un dans l'autre après un espace de quelques heures; en sorte que le sel se trouvera répandu également dans la totalité du liquide. C'est là le phénomène *de la diffusion liquide*. Toutes les substances en dissolution ne se distribuent pas également vite dans l'eau; ainsi, par exemple, le blanc d'œuf ou la matière colorante du sang passent extrêmement lentement dans l'eau pure, tandis que le phénomène est très-prompt pour le sel marin et le sucre. Différentes dissolutions varient donc sous le rapport de la diffusibilité. Graham a observé que les substances cristallisables sont, en thèse générale, douées d'une diffusibilité rapide, tandis que les substances qui ne jouissent pas de la proprieté de cristalliser, sont, au contraire, très-peu diffusibles, et souvent même presque pas du tout.

Si au lieu d'une dissolution aqueuse, l'on prépare une gelée de gélatine ou de colle de poisson renfermant une

faible proportion de sel marin, et si l'on verse de l'eau dans le récipient contenant cette gelée, au bout de quelques heures l'eau se trouvera contenir la même quantité de sel, à volume égal, que la gelée; ou, en d'autres termes, il se sera opéré une diffusion du sel dans l'eau. Si, au contraire, la gelée est préparée de manière a renfermer de l'albumine, cette dernière substance ne passera pas sensiblement dans de l'eau que l'on mettrait en contact avec la gelée. Elle est comme fixée par la gélatine, sans cependant qu'elle soit entrée en combinaison avec elle. Graham a désigné sous le nom de *cristalloïdes* les substances douées également des propriétés de cristallisation et de diffusion, et sous celui de *colloïdes* les substances qui ne peuvent pas s'obtenir sous la forme de cristaux, et ne se diffusent que *très-lentement*, car on peut dire qu'il n'existe pas de substance absolument indiffusible.

Si maintenant nous interrogeons les lois de la diffusion pour nous rendre compte de l'état physique des tissus des animaux, ils nous paraîtront formés de molécules colloïdes composées, consistant, quant au tissu musculaire, d'eau, d'albumine, d'acide phosphorique et d'une faible proportion de potasse et de magnésie. En effet, si on laisse séjourner un fragment de muscle dans de l'eau pure que l'on pourra même renouveler de temps à autre, on retrouvera toujours dans ce tissu les substances que je viens de nommer, tandis qu'il abandonnera à l'eau ses composés *cristalloïdes*, tels que le phosphate de potasse, le chlorure de sodium, la créatine, la créatinine, etc., avec d'autres substances, de nature colloïde.

Il existe donc apparemment de l'acide phosphorique, de la potasse et de la magnésie à l'état colloïde, ou tout

au moins jouissant des propriétés des corps colloïdes, lorsqu'ils font partie des tissus.

Il était intéressant de chercher si ces substances colloïdes pouvaient être préparées artificiellement, et j'ai réussi à obtenir de l'acide phosphorique et de la potasse colloïde, quoique jusqu'ici en très-faibles quantités. J'ai opéré en me servant d'un *dialyseur,* ou cercle de gutta-percha muni d'une feuille de papier parchemin à la façon d'un tambour. On fait flotter cet instrument sur de l'eau distillée, et on verse dans le dialyseur la dissolution sur laquelle il s'agit d'opérer. Le papier parchemin est un simple diaphragme colloïde, au travers duquel s'opère la diffusion. J'ai fait ainsi diaylser des mélanges de phosphate de soude et de chlorure de potassium, et sans entrer dans les détails de l'expérience, j'ai finalement obtenu dans le dialyseur un liquide ne contenant qu'une trace presque inappréciable de chlorure, et laissant par l'évaporation un résidu gommeux, dans lequel il était à peine possible de distinguer au microscope quelques particules cristallines. Ce résidu gommeux en dissolution présentait les réactions des phosphates tribasiques, et d'une très-faible proportion de potasse qui m'a paru bien inférieure à celle qu'il faudrait pour la formation d'un phosphate. La petite quantité que j'ai pu obtenir du résidu gommeux m'a empêché d'en faire un examen approfondi. J'ai réussi cependant à bien constater l'existence de l'acide phosphorique colloïde, préparé artificiellement, en présence de traces de potasse qui devaient être aussi colloïdes. Sont-ce ces mêmes substances que l'on retrouve dans les tissus ? Je serais porté à le croire, les vaisseaux sanguins étant de véritables dialyseurs, et le sang se trouvant constamment soumis à l'opération de la dialyse dans

la circulation. Je ne voudrais cependant pas émettre une opinion positive à ce sujet.

J'ai déjà fait observer que tout tissu organisé doit nécessairement être composé de trois différents ordres de substances : le tissu proprement dit, le liquide nutritif et la dissolution des substances en voie d'élimination. Je vais maintenant expliquer comment je suis arrivé à séparer et à analyser ces trois classes de substances, et à déterminer ainsi la constitution chimique du tissu des muscles et des poumons.

Si l'on analyse un extrait aqueux d'un poids donné de tissu musculaire hâché, et qu'on détermine le poids, ou le volume de l'eau restée dans la masse fibreuse dont on a séparé l'extrait, on peut facilement calculer la composition de la fraction de l'extrait restée adhérente à cette portion fibreuse ou insoluble ; le poids de l'eau obtenu par dessication représentant, sans erreur sensible, le volume de l'extrait. Étant donc donnée la composition de cette portion de l'extrait et celle de la masse fibreuse, si l'on soustrait les résultats obtenus pour l'extrait de ceux qu'ont donné l'analyse du résidu fibreux, on obtiendra la composition du tissu musculaire insoluble, que j'appelle le tissu proprement dit ou à l'état de *maturité ;* parce que son insolubilité, qu'on peut regarder comme le caractère le plus parfait de l'assimilation, lui donne la tenacité et l'élasticité nécessaires à l'exercice de ses fonctions. Ce tissu insoluble est un corps formé de molécules colloïdes composées des substances que j'ai déjà énumérées. Je le regarde comme une gelée organisée, qui aurait acquis en même temps sa structure et son insolubilité. Un liquide nutritif destiné à sa formation doit nécessairement se trouver présent dans le

tissu, puisque le sang n'est pas en contact direct avec les molécules organisées. Ce liquide nutritif devra être composé des mêmes corps colloïdes existant dans les mêmes proportions que le tissu à l'état de maturité. Il m'a donc paru, qu'après avoir déterminé la composition de la partie insoluble d'un muscle, je pouvais calculer la composition de son liquide nutritif; puis, en ajoutant deux à deux les proportions des substances composant ce liquide et celles qui forment le tissu insoluble, et en soustrayant le résultat ainsi obtenu des chiffres représentant les proportions des mêmes substances obtenues pour la composition de la totalité du muscle, je devais nécessairement trouver la composition de la portion du tissu en dissolution et en voie d'élimination. Le problème que je m'étais posé depuis si longtemps, se trouvait ainsi résolu en théorie.

Pour établir la vérité de cette théorie, il fallait trois choses : Démontrer que le liquide nutritif est entièrement colloïde ; obtenir une analyse directe de ce liquide et lui trouver la même composition que celle du tissu insoluble en maturité ; enfin, démontrer que les substances en voie d'élimination étaient cristalloïdes, de manière à pouvoir passer par diffusion dans la circulation, comme le ferait l'eau d'un champ qui s'échapperait par un système de drainage. L'un des résultats les plus intéressants de mon travail est justement le fait constaté par le moyen d'analyse précité, savoir que l'acide phosphorique et la potasse des substances en voie d'élimination existent précisément dans les rapports de 43 et 57, lesquels sont voulus pour former le pyrophosphate de potasse, ou originairement le phosphate tribasique neutre de potasse avec deux équivalents de base, c'est-à-dire, un

sel parfaitement cristalloïde. C'est la première fois, je crois, qu'un composé ait été ainsi découvert dans un tissu, en rapprochant théoriquement les substances qui le constituent. Le nombre de mes analyses du tissu musculaire de différents sujets s'élève à sept et dans chacune d'elles cette proportion de 43 d'acide phosphorique à 57 de potasse a été obtenue sauf des différences rentrant dans les limites d'erreurs accordées à l'analyse. Il ne reste donc à mes yeux aucun doute de l'exactitude de ce résultat.

Dans le tableau suivant les quatre premières analyses s'appliquent au tissu musculaire de bœuf à l'état normal, les trois dernières au tissu musculaire humain pris sur des sujets morts de phthisie. Celles-ci ont donné le même résultat, quant aux proportions d'acide phosphorique et de potasse en voie d'élimination, que les muscles de bœuf. Les nombres obtenus sur 100 furent les suivants:

Tissu musculaire de bœuf.

	I	II	III	IV
Acide phosphorique ..	43,8	43,7	41,7	40,4
Potasse.............	56,2	56,3	58.3	59,6

	Tissu musculaire des tuberculeux.			Moyenne totale.
	V	VI	VII	
Acide phosphorique..	43,2	42,9	42,7	42,7
Potasse.............	56,8	57,1	57,3	57,3

Théorie. Pyrophosphate de potasse.

Acide phosphorique	43
Potasse...............	57

Il résulte de ce qui précède, que la moyenne des sept analyses a donné 42,7 d'acide phosphorique, et 57,3 de potasse, pour les proportions de ces substances

en voie d'élimination dans le tissu musculaire, tandis que pour le phosphate de potasse, soit pyrophosphate neutre tribasique, il faut 43 parties d'acide phosphorique et 57 de potasse. Aucun résultat chimique, il me semble, ne pourrait être plus positif, et nous avons ici comme une démonstration mathématique d'une théorie physiologique.

Les substances cristalloïdes organiques sont représentées dans mon travail par la proportion d'azote, calculée comme albumine, présente dans le muscle, indépendamment de l'albumine coagulable et de l'albumine assimilée. Je déterminai cet azote par l'évaporation d'une portion de l'extrait après la séparation de l'albumine par la coagulation. En ajoutant un peu de sulfate de chaux à la liqueur, il fut facile de sortir le résidu de la capsule pour en estimer l'azote par la combustion. Je n'ai pas encore prouvé que ces matières azotées, non coagulables par la chaleur, sont entièrement cristalloïdes, mais elles contiennent la créatine, la créatinine et les autres substances cristallisables azotées; et si de plus, l'on prend en considération le résultat qui se rattache à l'acide phosphorique et à la potasse, on pourra bien en conclure avec un haut degré de probabilité que cette classe de substances existe à l'état cristalloïde dans le tissu musculaire.

Quant à la dissolution nutritive, j'ai dit qu'elle était composée entièrement de substances colloïdes, et c'est ce que je vais maintenant démontrer. D'abord l'albumine, qui en est le principal élément, est un des corps les plus colloïdes connus. Puis, en faisant dialyser, soit de l'extrait aqueux de tissu musculaire, soit du tissu musculaire hâché menu, et mélangé d'eau, et en soumettant à l'analyse

les portions obtenues ainsi à l'état colloïde, on obtient des résultats qui se rapprochent extrêmement de la composition théorique du liquide nutritif. La méthode d'analyse par la dialyse laisse encore malheureusement à désirer, bien que dans plusieurs de ces analyses le rapport de l'acide phosphorique colloïde à l'albumine se soit trouvé être presque le même que celui que la théorie m'avait fourni. Je citerai ici le résultat d'une de ces analyses seulement, en le comparant à la composition moyenne du tissu fibreux insoluble (d'où celle du liquide colloïde est calculée théoriquement).

	Totalité des constituants colloïdes de 200 grammes de muscles de bœuf obtenus par la dialyse pendant vingt-quatre heures.		Composition moyenne du tissu fibreux.
	Trouvé à l'analyse.	Proportions calculées.	Théorie
Albumine (de l'azote).	38,06	sur 5,74 d'albumime,	sur 5,74 d'albumine
Acide phosphorique.	0,375	0,056	0,051
Potasse	0,132	0,020	0,017

En résultat, cette analyse, qui donne la composition de la totalité de la matière colloïde (nutritive et en maturité), se rapproche extrêmement des chiffres obtenus par l'analyse pour la composition du tissu insoluble à l'état de maturité, par conséquent aussi de celle du liquide nutritif théorique. D'où je suis fondé a conclure, que la dissolution qui nourrit les muscles est formée de substances colloïdes qui sont les mêmes et qui existent dans les mêmes proportions que celles qui forment le tissu insoluble ; et que, par conséquent, la nutrition des muscles est une simple transformation morphologique du liquide nutritif de ces organes.

La moyenne obtenue des quatre analyses du tissu musculaire de bœuf a été comme suit :

	Sur 200 grammes.			
	Tissu propre ou insoluble.	Matière nutritive.	Matière en voie d'élimination.	
Albumineuses.....	28,070	5,745	3,70	
Acide phosphorique	0,251	0,050	0,563	Pyrophosphate de potasse.
Potasse...........	0,086	0,017	0,764	

De la nutrition du tissu musculaire dans la tuberculose.

L'état de maigreur excessive auquel le corps est le plus souvent réduit dans la phthisie, montre bien clairement que la formation du tissu musculaire fait défaut dans cette maladie. Il s'agit de déterminer si cette circonstance est due simplement à une faiblesse ou à un manque d'activité dans le phénomène de la nutrition, ou bien si elle provient d'un changement dans les transformations chimiques auxquelles j'ai montré que la nutrition doit son existence. Si nous avons à faire seulement à une faiblesse ou à un manque d'activité dans le phénomène de la nutrition, l'on devra s'attendre à trouver que les relations entre les substances qui forment les muscles demeurent les mêmes qu'à l'état de santé ; seulement la quantité absolue de ces substances sera moins forte. Un état réellement anormal de la nutrition musculaire devra, au contraire, être accompagné d'un changement dans les proportions relatives des substances qui constituent ce tissu.

Nous trouvons que la nutrition des muscles dans la phthisie est affectée surtout d'atonie. Elle est cependant aussi anormale jusqu'à un certain point, car si l'on détermine la proportion d'eau que ces muscles contiennent,

nous observons qu'elle se monte, pour 200 gr. de tissu, à 166,5 gr. au lieu de 154 gr. présents à l'état sain. De plus, en examinant de près le tissu musculaire après la mort par la phthisie, l'on trouve en général, surtout dans les cas d'émaciation extrême, que ce tissu est mou et humide, quelquefois même tout à fait mouillé, au lieu d'être ferme et sec, comme la viande de boucherie, ou comme les muscles d'êtres humains qui ne sont pas morts tuberculeux. Il est difficile d'attribuer cet état d'humidité des muscles uniquement à l'augmentation d'eau, qui ne se monte qu'à 6,2 % du tissu. Le phénomène me paraît devoir s'expliquer en admettant que dans ce cas l'eau n'est pas entièrement à l'état de combinaison colloïde, comme elle l'est dans le muscle sain. L'humidité en question devrait donc son existence en grande partie, sinon entièrement, à une portion de l'eau naturelle au tissu qui se trouverait dans un état physique anormal. L'existence d'un phénomène semblable expliquerait le ramollissement de la substance caséeuse des poumons affectés de tubercules. Je ne puis mieux expliquer ma pensée à ce sujet, qu'en proposant comme exemple, une gelée de gélatine qui paraîtrait sèche au toucher; mais si on versait sur cette gelée une forte dissolution de chlorure de sodium, on la verrait après quelques heures se ramollir et perdre entièrement sa consistance, au point que si on enlevait alors la dissolution salée, le résidu ne serait plus de la gelée, mais se présenterait sous la forme d'une espèce de sirop très-épais, dans lequel l'attraction colloïde de l'eau, si je puis m'exprimer ainsi, a disparu.

Mes analyses de tissu musculaire à la suite de la phthisie tuberculeuse sont au nombre de trois. La proportion d'albumine dans le tissu fibreux insoluble, calculée

d'après l'azote, n'a été déterminée que dans une de ces analyses, et le résultat a été appliqué aux deux autres. J'ai déjà fait observer que j'ai obtenu dans ces cas les mêmes proportions réciproques d'acide phosphorique et de potasse en voie d'élimination que dans le muscle sain, mais la quantité d'albumine du liquide nutritif se trouva plus faible dans la proportion de 4,548 à 5,745. En somme, un poids donné de muscle maigri par la phthisie, se trouve avoir, à peu de choses près, la même composition que le muscle sain. Il contient seulement un peu plus d'eau, un peu moins d'albumine soluble et d'élément fibreux en maturité, et moins de substances cristalloïdes en voie d'élimination.

De la nutrition du tissu pulmonaire à l'état normal et dans la phthisie.

1° *De la nutrition du tissu sain.* — Partant du même point de vue que dans le cas du tissu musculaire, je procédai par une méthode d'analyse tout à fait semblable à celle que j'avais adoptée précédemment. 200 grammes de poumons de bœuf furent hâchés menus et traités par 500 centimètres cubes d'eau distillée. On détermina l'albumine dans une portion de l'extrait, le reste évaporé à siccité, laissa un résidu qui fut incinéré et soumis à l'analyse. La masse insoluble retenue dans la mousseline fut pesée, desséchée, et pesée de nouveau, puis l'azote qu'elle renfermait fut déterminé, et on analysa le résidu sec, après incinération. On détermina aussi le poids de l'eau retenue dans l'étoffe. Trois portions de poumons de bœuf, pris sur trois animaux différents, furent examinés de cette manière; le tableau suivant montre la moyenne des résultats obtenus :

Tableau de la moyenne des résultats obtenus pour 200 grammes de tissu.

	Tissu propre.	Matière nutritive.	Matière en voie d'élimination.
Matière albumineuse.	19,895	13,029	1,410
Acide phosphorique..	0,481	0,314	0,058
Potasse............	0,051	0,033	0,451
Soude..............			0,521
Chlore.............			0,439

Sur 200 grammes.

Eau..........	158
Graisse.......	4,28

On aperçoit de suite, en examinant ce tableau, qu'il existe une grande différence entre les proportions des substances en voie d'élimination, dans le muscle et dans le poumon, cette proportion dans le tissu pulmonaire étant de 11,4 d'acide phosphorique pour 88,6 de potasse (0,058 à 0,451), au lieu de 43 à 57. Je fus d'abord étonné de ce résultat, qui ne rappelait en rien la composition d'une substance cristalloïde, mais en examinant la question de plus près, je ne tardai pas à reconnaître la cause très-probable de cette différence.

Dans une communication que je fis au journal médical de Londres, *The Lancet*, publiée dans le numéro du 2 février 1867, je proposai une explication du phénomène physiologique de la respiration, en faisant appel aux travaux de Graham. D'après ce savant, l'acide carbonique se meut très-facilement par voie de diffusion dans les milieux où il peut se dissoudre. J'en conclus que ce gaz, après s'être échappé du sang pendant la circulation pulmonaire, et s'être diffusé au travers du parenchyme des poumons en vertu d'une simple propriété physique, vien-

dra s'exhaler dans les vésicules pulmonaires avec la vapeur aqueuse. Or, en traversant le poumon, ce gaz acide carbonique devra nécessairement se combiner avec toute substance alcaline qui se trouverait sur son passage. L'analyse du tissu pulmonaire m'a démontré que cet organe contient une proportion de potasse, en voie d'élimination, infiniment plus forte que celle qu'il faudrait pour former un composé cristalloïde avec l'acide phosphorique; de même, la soude se trouve en plus grande quantité que n'en demanderait le chlore pour son élimination. Il faut donc nécessairement, il me semble, que l'acide carbonique, en voie d'expiration, ait transformé la plus grande partie de la potasse en carbonate; le reste aurait été éliminé comme phosphate; une modification intéressante dans la nutrition des poumons tuberculeux est, comme on le verra, tout à fait à l'appui de cette théorie. Le chlore passerait dans le sang sous la forme de chlorure de sodium, et l'excès de soude se diffuserait dans la circulation en combinaison avec des acides organiques ou de l'acide carbonique. Il devra aussi exister dans le tissu pulmonaire une certaine proportion de substances cristalloïdes azotées, représentée en moyenne par 1,4 grammes sur 200 grammes de tissu. Cette proportion est beaucoup plus faible que celle des corps cristalloïdes azotés que l'on trouve dans le tissu musculaire, et qui se monte à 3,7 grammes pour 200 grammes de tissu. Ceci explique, il me semble, le fait que l'on connaît beaucoup mieux les substances cristalloïdes azotées des muscles que celles des poumons. La faible proportion de principes cristalloïdes azotés dans le tissu pulmonaire est remarquable, si l'on réfléchit que ce tissu contient une forte proportion d'albumine soluble qui en est la

source, et qui se monte à 13 grammes environ (proportion un peu forte) au lieu de 5,7 grammes que l'on retrouve dans 200 grammes de muscle. Cette anomalie apparente s'explique tout naturellement par le fait que la diffusion, qui préside à l'élimination, doit s'opérer beaucoup plus rapidement dans le cas des poumons que dans celui des muscles. En effet, si l'on se rappelle que l'organe respiratoire n'est autre chose qu'une membrane très-fine, abondamment pourvue de vaisseaux, il est évident que des substances cristalloïdes, qui se formeraient dans cette membrane, passeraient très-rapidement par diffusion dans le courant circulatoire; tandis que dans le cas des muscles, les produits cristalloïdes, ayant une certaine distance à parcourir pour rencontrer des vaisseaux, il en résultera naturellement une accumulation de ces substances.

2° *De la nutrition du tissu pulmonaire tuberculeux.* —La première question à résoudre consistait à déterminer si ce tissu est réellement soumis à un phénomène de nutrition. Il m'a paru, avant d'entreprendre ce travail, que la substance, appelée *tuberculeuse*, doit nécessairement subir un changement moléculaire, ou un procédé d'élimination et de renouvellement; autrement comment expliquer l'absence d'odeur de putréfaction dans ces poumons, lorsque l'autopsie est pratiquée assez rapidement après la mort? La matière tuberculeuse, si elle existait comme corps inerte dans la cavité thoracique, se trouverait soumise aux conditions les plus favorables à la putréfaction, et cependant on ne peut supposer qu'elle subisse la décomposition putride pendant la vie. Examiner le mode de nutrition des poumons dans la tuberculose, c'était rechercher la forme sous laquelle l'élimination de ce tissu, ou plutôt de la substance caséeuse et du tissu fibreux

s'opérait, ainsi que la composition du tissu insoluble et de la matière nutritive. Nous ignorons encore, si je ne me trompe, la forme que revêtent les produits cristalloïdes de l'albumine dans les poumons tuberculeux, mais nous savons que leur proportion se monte à environ 2,4 grammes sur 200 grammes de fragments de poumons, présentant peu ou point de parties saines et composés de tissu fibreux et de matière caséeuse. Nous trouvons donc plus de matières albumineuses cristalloïdes dans ce tissu que dans le poumon sain, fait qui s'explique par la diminution de la circulation dans le tissu morbide, d'où il résulte une accumulation de substances cristalloïdes en voie d'élimination. Mais ce qu'il y a de plus singulier dans le résultat que j'ai obtenu, c'est que l'acide phosphorique et la potasse en voie d'élimination dans ces poumons tuberculeux, ne se trouvent plus dans la proportion normale de 11,4 à 88,6, mais dans celle de 47,7 d'acide phosphorique à 52,3 de potasse, résultat qui se rapproche extrêmement de la proportion de 43 à 57, ou du pyrophosphate de potasse, que l'on retrouve dans le tissu musculaire tant des sujets sains que des sujets tuberculeux. Il paraîtrait donc que l'absence d'acide carbonique du tissu pulmonaire morbide, et par conséquent de l'agent éliminateur de la potasse, a créé la nécessité de pourvoir à la nutrition par une autre méthode, et que le procédé normal a été remplacé par celui qui s'applique à la nutrition du tissu musculaire, le phosphate de potasse étant substitué au carbonate.

Le tableau suivant contient la moyenne des résultats de mes trois analyses du tissu pulmonaire tuberculeux :

Pour 200 grammes.

	Tissu propre ou insoluble.	Matière nutritive.	Matière en voie d'élimination.
Albumine...........	15,72	7,06	2,368
Acide phosphorique..	0,289	0,130	0,276
Potasse.............	0,027	0,012	0,302
Soude............................		(Total)	0,469
Chlore....................................			0,452

Sur 200 grammes.

Eau.........	165
Graisse......	3,91

En voie d'élimination.		Trouvé sur 100.	Théorie.
Acide phosphorique..	0,276	47,7	43 } Pyrophosphate de potasse.
Potasse.............	0,302	52,3	57 }

L'état de ramollissement des poumons dans la tuberculose me paraît devoir son existence à la perte de la propriété que possède l'eau à l'état normal, de former un corps solide avec les autres substances qui concourent à la formation de ces tissus morbides, ou en d'autres termes, à cette propriété de l'eau qui donne à une gelée de gélatine sa consistance. Cette propriété, que possèdent les tissus dans leur état normal, fait défaut dans la substance caséeuse en voie de ramollissement. On ne trouve que 3,5 °/₀ d'eau de plus dans le tissu morbide que dans le tissu sain; ce n'est donc pas à un excès aussi faible de cette substance que peut être attribué le phénomène du ramollissement. L'analyse m'a prouvé qu'il n'est pas dû davantage à la formation de matières grasses; le tissu pulmonaire sain pris sur le bœuf m'ayant donné 2,14 °/₀ de graisse, et le poumon humain tuberculeux 1,95 °/₀ de ces mêmes matières.

Conclusions.

Les résultats fournis par ce travail peuvent être résumés comme suit :

I. Que le tissu musculaire et, par conséquent, tous les autres tissus animaux sont composés de trois classes de substances :

1° Celles qui forment le tissu proprement dit à l'état de maturité, et qui demeurent insolubles lorsqu'on fait un extrait du tissu.

2° Celles qui forment le liquide nutritif, et qui sont destinées à être transformées en tissu insoluble. Ces substances sont toujours à l'état colloïde.

3° Celles qui sont en voie d'élimination et représentent le détritus du tissu. Elles sont cristalloïdes. — L'acide phosphorique et la potasse, dans cette troisième classe, se trouvent toujours dans la proportion de 43 à 57, proportion qui représente le pyrophosphate de potasse, ou le phosphate neutre tribasique qui aurait été converti en pyrophosphate pendant l'analyse.

II. Que l'on peut obtenir artificiellement de l'acide phosphorique colloïde, en faisant dialyser un mélange de phosphate de soude et de chlorure de potassium.

III. Que la formation du tissu musculaire en maturité, soit celui qui se substitue au détritus, est simplement le résultat d'une transformation morphologique de la dissolution nutritive colloïde.

IV. Que la proportion de potasse dans le tissu musculaire en voie d'élimination, étant beaucoup plus forte que celle que l'on retrouve dans le tissu en maturité, on doit en conclure que le sang fournit au tissu une certaine quantité de potasse, dont le but unique est l'élimination

de l'acide phosphorique assimilé. Il serait impossible autrement de concevoir la formation du phosphate cristalloïde dont il a été question.

V. Que l'émaciation musculaire, qui a lieu habituellement dans la phthisie tuberculeuse, est due plutôt à une atonie ou à une faiblesse de la nutrition, qu'à un changement de nature qui se serait opéré dans les phénomènes chimiques de la nutrition des muscles.

VI. Que la nutrition du tissu pulmonaire à l'état normal est caractérisée par le fait, que l'acide phosphorique et la potasse en voie d'élimination ne se présentent plus dans les proportions d'un sel cristalloïde, et qu'il y a tout lieu de croire que la potasse est entraînée en dehors de l'organe, surtout par l'acide carbonique, sous forme de carbonate.

VII. Que le tissu pulmonaire contient une beaucoup plus grande proportion d'albumine soluble coagulable et moins de matières albumineuses en voie d'élimination que le muscle, fait qui trouve son explication dans le manque de diffusibilité de l'albumine, et dans la facilité avec laquelle les matières azotées cristalloïdes peuvent passer dans la circulation pulmonaire.

VIII. Que les poumons tuberculeux, presque exclusivement à l'état de tissu fibreux et de matière caséeuse, tels qu'on les trouve habituellement après la mort par la phthisie, sont soumis à un phénomène de nutrition, dans lequel la potasse n'est plus éliminée par l'acide carbonique, mais apparemment par l'acide phosphorique, ainsi que cela a lieu dans le cas de la nutrition du tissu des muscles. En effet, on retrouve dans le poumon tuberculeux, ces substances en voie d'élimination dans les proportions approximatives du pyrophosphate. C'est à ce

phénomène de nutrition que l'on doit attribuer l'absence de la putréfaction du tissu pulmonaire tuberculeux avant la mort.

Il résulte de l'ensemble de ce travail, que l'on peut reconnaître dans la nature un phénomène cyclique de transformation de l'état cristalloïde à l'état colloïde, et vice versâ. Les plantes s'emparent des substances cristalloïdes de la nature, et les transforment en matières colloïdes [1], qui sous cette forme servent de nourriture aux animaux. Celles-ci reviennent à l'état cristalloïde dans les sécrétions, et dans les produits de la décomposition des tissus après la mort. C'est seulement sous la forme cristalloïde que ces substances peuvent se distribuer partout, dans la terre et dans l'eau, pour servir d'aliment aux plantes. Les animaux vont chercher les végétaux dont ils se nourrissent, en sorte que pour eux, la locomotion remplace le phénomène de diffusion qui préside à la nutrition des plantes. Sans ce changement en cycle, il serait impossible de se rendre compte de la nutrition des plantes et des animaux.

[1] Voyez *Archives*, juillet 1871, tome XLI, p. 350.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

CHIMIE.

L.-C. de Coppet. Note[1] en réponse au mémoire de M. Ch. Tomlinson : Sur l'action d'une basse température sur les solutions sursaturées de sel de Glauber[2] :

Lorsqu'une solution composée de une, deux ou trois parties de sel de Glauber pour une partie d'eau, est refroidie, à l'abri des poussières de l'atmosphère, jusqu'à — 3°, 3 C. et au-dessous, il se dépose, d'après les observations de M. Tomlinson, « des cristaux d'un blanc opaque, » très-différents des cristaux transparents des hydrates $Na^2SO^4, 7H^2O$ et $Na^2SO^4, 10H^2O$.

Quelque basse que soit la température à laquelle ces cristaux opaques commencent à se former, le thermomètre, au moment de leur formation, *remonte toujours à —3°,3*, et cela *quel que soit le degré de concentration de la solution.* Ce sel opaque est quelquefois amorphe, et donne alors à la surface du liquide l'aspect de crême de chaux.

« Voilà donc, dit M. Tomlinson, un hydrate de plus à ajouter à ceux déjà connus pour appartenir à ce sel remarquable. Il contient, sans doute, moins d'eau que l'hydrate à 7 atomes, mais je ne connais aucun moyen pour déterminer le degré d'hydratation, attendu que son existence dépend d'une basse température accompagnée d'une absence de noyaux. »

[1] Cette note est extraite en grande partie du *Chemical News*, tome 25, p. 135.

[2] *Proceedings of the Royal Society*, tome 20, n° 131. — *Archives des Sciences physiques et natur.*, tome XLIV, p. 169.

M. Tomlinson cite M. C. Violette, comme ayant aussi observé la formation de cet hydrate [1].

Je crois pouvoir affirmer, à la suite de nombreuses expériences sur la congélation des solutions salines [2], que ce que MM. Violette et Tomlinson ont pris pour un nouvel hydrate de sulfate de soude, n'est autre chose qu'un mélange de *glace* et de l'hydrate bien connu $Na^2SO^4, 7H^2O$.

A l'appui de mon opinion, qu'il me soit permis de rappeler brièvement quelques faits relatifs à la congélation des solutions salines.

Lorsqu'une solution saline est refroidie à une température suffisamment basse, elle se congèle, c'est-à-dire l'eau de la solution se change en glace (Blagden, Despretz, Rüdorff). L'eau tenant en solution des substances salines se congèle à une température plus basse que l'eau pure; l'abaissement du point de congélation au-dessous de 0° C. est souvent exactement proportionnel à la quantité de sel en solution.

Les solutions salines se laissent facilement refroidir, sans se congeler, à plusieurs degrés au-dessous de leur point de congélation; mais aussitôt que la glace commence à se former, la température s'élève jusqu'au point de congélation et y demeure stationnaire pendant un temps plus ou moins long; elle s'abaisse ensuite lentement, parce que, à mesure que la glace se sépare de la solution, celle-ci se concentre peu à peu et son point de congélation baisse de plus en plus. La détermination exacte du point de congélation est une opération qui exige quelque soin [3].

[1] J'ajouterai que la température de la solution employée par M. Violette était environ —4°, au moment où il observa la formation de « cristaux opaques, en forme de choux-fleurs ; » il se trouva que ces cristaux étaient *plus légers* que la solution, car en agitant cette dernière, ils se détachèrent des parois du vase et vinrent flotter à la surface du liquide. (*Études sur la sursaturation*, par M. C. Violette. Paris, 1867.)

[2] *Annales de chimie et de physique*, 4me série, tome 23, tome 25 et tome 26.

[3] M. Rüdorff est l'auteur de la seule bonne méthode connue pour

Mais si la solution qui se congèle est saturée ou sursaturée et s'il s'en sépare du sel à l'état solide en même temps que la glace, alors la température, après s'être élevée jusqu'au point de congélation, ne varie plus sensiblement dans la plupart des cas, jusqu'à ce que toute l'eau de la solution soit devenue solide ; la solution abandonne son sel à mesure que l'eau se congèle, de sorte que sa concentration demeure toujours la même. Dans ces conditions, la température constante marquée par le thermomètre est *le point de congélation de la solution saturée du sel qui se sépare.*

J'ai trouvé que le point de congélation de la solution saturée de sel de Glauber, $Na^2SO^4, 10H^2O$, est $-1°,2$ C. ; celui de la solution saturée de l'hydrate $Na^2SO^4, 7H^2O$ est $-3°,55$; la première contient 4,0, la seconde 14,5 parties de sulfate de soude anhydre pour 100 d'eau [1].

La solution à 20 parties de sulfate de soude anhydre pour 100 d'eau, se congèle à $-4°,5$. Je n'ai pas réussi à détermi-

déterminer avec précision le point de congélation d'une solution saline (*Poggendorff's Annalen*, tome 114, p. 66). — J'ai montré (*Annales de chimie et de physique*, 4me série, tome 23, p. 366) comment on peut appliquer cette méthode aux solutions sursaturées.

[1] Les deux hydrates de sulfate de soude ont des solubilités distinctes. Elles ont été déterminées avec une grande précision, la première par Gay-Lussac, la seconde par Lœwel *Annales de chimie et de physique*, 3me série, tome 33). La solubilité de l'hydrate à 7 atomes est beaucoup plus grande que celle du sel à 10 atomes. Mais on peut préparer des solutions de sulfate de soude encore plus concentrées que la solution saturée de l'hydrate à 7 atomes. Il est tout aussi exact de les appeler *solutions sursaturées de l'hydrate à 7 atomes* que de les nommer *solutions sursaturées de sel de Glauber*, comme on le fait communément. Au contact d'un cristal à 7 atomes d'eau, la solution sursaturée dépose des cristaux de cet hydrate jusqu'à ce qu'il ne reste plus en solution que la quantité de sulfate de soude correspondant à la saturation ; au contact d'un cristal à 10 atomes, elle dépose tout l'excès de ce dernier hydrate, et s'il se trouvait dans la solution des cristaux de l'hydrate à 7 atomes, ceux-ci sont détruits par le contact du sel à 10 atomes, et ils prennent un aspect *porcelané* très-caractéristique.

ner le point de congélation de la solution contenant plus de 20 parties de sel, parce qu'il est très-difficile de faire congeler la solution sursaturée de l'hydrate à 7 atomes, sans qu'il se dépose de cristaux de ce sel; elle se laisse bien refroidir sans cristallisation aussi longtemps qu'il n'y a pas formation de glace; mais la présence de celle-ci entraîne presque invariablement la précipitation du sel à 7 atomes[1]. Alors la température s'élève à — 3°,55, point de congélation de la solution simplement saturée. Si, ensuite, il se dépose l'hydrate à 10 atomes, le thermomètre ne s'arrête pas à — 1°,2 (point de congélation de la solution saturée), mais il s'élève souvent beaucoup au-dessus. La raison en est que, dans ces solutions concentrées, presque toute l'eau est employée à former l'hydrate à 10 atomes, et il n'en reste que peu pour former de la glace. Mais, si la solution est moins concentrée, si elle ne contient, par exemple, que 5 ou 6 parties de sel anhydre pour 100 d'eau, alors, au moment de la cristallisation de l'hydrate à 10 atomes, la température s'élève à — 1°,2, et demeure stationnaire jusqu'à ce que presque toute l'eau soit solidifiée.

La glace qui se forme dans une solution *saturée* qui dépose en même temps du sel à l'état solide, est toujours plus ou moins chargée de sel. L'apparence de cette glace varie beaucoup suivant la quantité de sel qu'elle contient, et suivant que le mélange est plus ou moins intime. S'il y a beaucoup de sel, le mélange est d'un blanc opaque ou coloré suivant la nature de la substance solide. Moins la quantité de sel est grande, plus la glace ressemble à celle qui se forme dans l'eau pure. Si l'on agite un peu la solution pendant qu'elle se congèle, et si la température du mélange réfrigérant n'est pas trop basse, la plus grande partie du sel tombe au fond de la solution, tandis que la glace, plus légère, flotte à la surface.

[1] Voir mon Mémoire : « *Sur la température de cristallisation spontanée de la solution sursaturée de sulfate de soude* » (*Bulletin de la Société chimique de Paris,* tome 17, p. 146).

On comprendra maintenant pourquoi la température des solutions employées par M. Tomlinson s'est toujours élevée à 3°,3 aussitôt qu'a commencé la cristallisation du « nouvel hydrate. » C'est que — 3°,3 (ou plus exactement, je crois, —3°,55) est *le point de congélation de la solution saturée de* $Na^2SO^4,7H^2O$, et que, dans toutes les solutions de M. Tomlinson, il se trouvait un excès de cet hydrate.

Si, en répétant ses expériences, M. Tomlinson évite l'emploi de mélanges réfrigérants de température inférieure à —6° environ (pour que la congélation ne se fasse pas trop rapidement), et s'il agite la solution, doucement, mais incessamment (afin que la température soit uniforme dans toutes les parties du liquide), il pourra constater les faits suivants :

1° Dans aucun cas le « nouvel hydrate » ne se formera à une température supérieure à — 3°,55 (ou 3°,3).

2° Lorsqu'il s'en sera formé une certaine quantité, le tout disparaîtra après un certain temps, si on élève la température tant soit peu au-dessus de — 3,55.

3° Les cristaux transparents d'hydrate à 7 atomes, ne deviendront pas d'un blanc opaque[1] ; le nouvel hydrate n'adhérera pas non plus aux parois du vase ; mais, aussitôt formé, il s'élèvera à la surface du liquide, tandis que le volume de sel, au fond, ira toujours en augmentant. Pendant ce temps, le thermomètre dans la solution marquera constamment —3°,55, jusqu'à ce que la couche de glace à la surface rencontre la couche de sel au fond, et que presque tout le liquide soit solidifié. Alors seulement, la température baissera au-dessous de 3°,55.

On admet généralement que l'élévation de température qui accompagne la solidification d'une solution sursaturée est en raison de sa masse ; mais M. Tomlinson fait observer que, dans ses expériences, il n'en a pas toujours été ainsi.

[1] A moins qu'il n'y ait en même temps cristallisation de sel de Glauber.

surtout si, avant la solidification, il s'était formé une grande quantité des deux « hydrates anormaux, » et qu'il ne restât plus qu'une faible partie de la solution à l'état liquide. L'explication de ce phénomène n'offre aucune difficulté, dès qu'on sait qu'un des hydrates anormaux se compose essentiellement de glace dont le point de fusion est — 1°,2[1].

En terminant, je dois signaler une erreur qui se retrouve dans plusieurs mémoires de M. Tomlinson et qui peut donner lieu à des méprises.

Lorsqu'on refroidit rapidement une solution sursaturée de sulfate de soude, il se précipite des cristaux transparents qui ressemblent le plus souvent à des pyramides quadratiques à sommets tronqués. M. Tomlinson a confondu ces cristaux avec les octaèdres orthorhombiques du sulfate de soude *anhydre*, tandis que ce sont, en réalité, des cristaux de l'*hydrate à 7 atomes*. Le sel $Na^2SO^4,7H^2O$ cristallise en prismes orthorhombiques ∞P. $\infty\bar{P}3$. $\infty\breve{P}\infty$ terminés par $\breve{P}\infty$. $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$[2]. Les angles $\infty P : \infty P$ (brach.) $= 92°40'$, et $\breve{P}\infty : \breve{P}\infty = 92°0'$, de sorte que, lorsque les faces $\breve{P}\infty$ sont suffisamment développées, les cristaux ont l'apparence de pyramides quadratiques à sommets tronqués ($\infty\breve{P}\infty$).

Ce qui prouve, entre autres, que ces cristaux transparents sont bien l'hydrate à 7 atomes, c'est qu'ils deviennent opaques au contact du sel de Glauber. Quant au sulfate de soude anhydre, il ne peut pas exister en contact avec l'eau à la température ordinaire. Même à 40°, le sel humecté s'échauffe très-sensiblement.

Il existe deux variétés de sulfate de soude anhydre, qui peuvent l'une et l'autre exister, dans une atmosphère sèche, à des températures inférieures à 33°. Une de ces modifications est beaucoup plus soluble que l'autre. La modification moins soluble, chauffée à une température supérieure à 33°,

[1] En contact avec le sel de Glauber, la glace se fond à —1°,2.

[2] Les mesures sont de M. Marignac (*Jahresbericht für Chemie*, 1857, p. 138).

se transforme en la modification plus soluble [1]. Les deux variétés se combinent avec l'eau froide, la moins soluble formant le sel de Glauber.

Quant à la modification plus soluble, il paraît, d'après certaines observations de Lœwel que, au-dessous de 18°, elle se transforme peu à peu en contact avec l'eau, en hydrate à 7 atomes. Il ne m'a pas été possible de déterminer la composition de l'hydrate qui se forme entre 18 et 40°. Au-dessus de 25°, ce ne peut être l'hydrate à 7 atomes, car Lœwel a montré que ce dernier est détruit à cette température. Il m'a semblé que la quantité d'eau absorbée entre 18 et 40°, variait avec la température, les quantités relatives de sel et d'eau et le temps qu'avait duré leur contact.

En résumé, les deux variétés de sel anhydre, et les hydrates à 7 et à 10 atomes, sont les seules modifications bien définies du sulfate de soude qui ont été découvertes jusqu'à présent.

MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

P. de Loriol, E. Royer et H. Tombeck. Description géologique et paléontologique des étages jurassiques supérieurs de la Haute-Marne. 1 vol. in 4°, 1872. (Extrait du tome XVI des Mémoires de la Société linnéenne de Normandie.)

Le beau travail que nous avons aujourd'hui sous les yeux recevra, nous n'en doutons pas, un accueil empressé des géologues et des paléontologistes. Dans un moment où l'étude des terrains jurassiques supérieurs est l'objet de nombreuses recherches, où le synchronisme de leurs dépôts excite tant de discussions, une monographie géologique et paléontologique de ces terrains dans une région où ils offrent un développement remarquable a une grande valeur.

[1] *Comptes rendus des séances de l'Acad. des Sciences*, tome LXXIII, p. 1324.

Les étages qui font l'objet de ce travail sont subdivisés de la manière suivante :

1° Étage portlandien	zone à *Cyrena rugosa*. zone à *Cyprina Brongniarti*. zone à *Ammonites gigas*.
2° Étage kimméridien	zone à *Ammonites caletanus* (Étage virgulien). zone à *Ammonites orthocera* (Étage ptérocérien).
3° Étage séquanien ou corallien	2me zone à *Terebratula humeralis* (calcaire à Astartes). 2me zone à *Cardium corallinum* (oolite de La Mothe). 1re zone à *Terebratula humeralis* (corallien compacte). 1re zone à *Cardium corallinum* (corallien inférieur) et zone à *Hemicidaris crenularis* et *Glypticus hieroglyphicus* (calcaires grumeleux).

Ce mémoire se compose de deux parties : une description géologique très-détaillée faite par MM. Royer et Tombeck, et une description paléontologique faite par M. de Loriol, auquel ses travaux sur les formations jurassiques supérieures du Boulonnais, de l'Yonne et du Jura suisse ont donné une autorité incontestée en ces matières. La description des fossiles qui forme la partie la plus considérable de cet ouvrage ne s'étend pas à l'ensemble des trois étages ; elle comprend les fossiles des deux premiers étages et ceux de la partie supérieure du troisième ; ceux de la première zone à *Cardium corallinum* seront pour le savant paléontologiste l'objet d'une étude subséquente.

Dans ces limites l'œuvre publiée est déjà fort considérable, car elle comprend la description de 297 espèces illustrée par 26 planches d'excellentes figures. Ce sont 7 espèces de poissons étudiées par Pictet, 1 crustacé, 5 annélides, de nombreux mollusques parmi lesquels prédominent les acéphales et 28 échinodermes.

L'étude des espèces et leur comparaison sont faites avec tout le soin et la précision, auxquels leur auteur nous a accoutumés.

La zone à *Cyrena rugosa* qui constitue l'horizon le plus élevé, fait partie de l'étage portlandien, « mais elle se rattache « très-intimement, dit M. de Loriol, aux couches de Purbeck, « qu'il faut envisager, ainsi que je l'ai montré ailleurs, comme « un simple accident de cet étage, probablement comme le « vaste estuaire d'un fleuve qui se déversait dans la mer port- « landienne. »

Les zones suivantes viennent se placer entre celle-ci et l'étage séquanien.

Le calcaire à Astartes et l'étage corallien sont réunis ici en une seule et même formation; les auteurs établissent d'une manière évidente que les noms d'étage séquanien et d'étage corallien désignent deux faciès différents et contemporains d'un même terrain et non deux divisions successives de ce terrain; ils constatent le retour périodique des mêmes faunes à des niveaux différents coïncidant avec le retour des mêmes faciès minéralogiques et ils citent à l'appui de ce fait des preuves très-concluantes; la deuxième zone à *Cardium corallinum*, intercalée entre les deux zones à *Terebratula humeralis*, n'est pour eux qu'un simple accident local. La faune de ces dernières zones se relie par 10 espèces communes avec la zone à *Ammonites tenuilobatus* ou couches de Baden, qui est le faciès à Scyphies et à Céphalopodes de l'étage séquanien, dont la zone à *Cardium corallinum* est le faciès coralligène.

Nous regrettons de ne pouvoir entrer dans plus de détails sur les résultats auxquels sont parvenus les auteurs de ce travail. Ce que nous venons d'en dire suffit pour montrer que cet ouvrage fournit des documents précieux pour l'étude si compliquée du terrain kimméridien, nom que M. de Loriol donne à l'ensemble complexe et d'aspect très-varié des dépôts qui se sont effectués dans l'intervalle compris entre la zone à *Ammonites transversarius* qui forme la subdivision su-

périeure du terrain oxfordien et les premières strates néocomiennes.

Ed. Suess. Ueber den Bau der italienischen Halbinsel. Sur la structure de la presqu'île italienne. (*Sitzungsber. der k. Akad. der Wissensch.*, Wien, 1872, LXV.)

La note dont nous traduisons ici une grande partie, est le résumé d'une communication présentée par M. le professeur Suess à l'Académie des Sciences de Vienne à la suite de plusieurs voyages du savant géologue viennois en Italie. L'intérêt de cette note fait attendre avec impatience l'ouvrage qu'annonce M. Suess et dans lequel il exposera ses observations non-seulement sur la structure de la presqu'île italienne, mais encore sur les relations de cette structure avec les phénomènes volcaniques et les tremblements de terre.

Un des traits les plus importants de la géologie de l'Italie est, dit M. Suess, que les roches anciennes et centrales des Alpes et même les schistes anciens semblables à ceux qui se voient dans les Alpes méridionales font totalement défaut à l'Apennin proprement dit ou chaîne du Gran Sasso. L'Apennin ne présente pas la structure d'une chaîne analogue à celle des Alpes, mais seulement celle d'une zone latérale plissée; les relations de ses roches avec le flysch rappellent même encore davantage et sur une grande échelle la ligne de récifs (*Klippe*) des Carpathes. Les roches anciennes des Alpes ne manquent cependant pas à l'Italie. On les trouve dans les Alpes apuanes, les îles de la côte occidentale, la Catena metallifera, au cap Circé et dans l'île Zannone; elles forment des chaînes de grandeur variée qui sont les débris d'une chaîne détruite.

Ces fragments doivent-ils représenter la chaîne centrale de la péninsule? M. Suess cherche la réponse à cette question dans le sud de l'Italie et la partie septentrionale de la Sicile où se trouvent des masses considérables de roches cristallines.

Le gneiss se montre dans les environs de Messine, et à cette roche succèdent vers le sud-ouest, près de Taormina, des roches de plus en plus jeunes, le permien, le trias, les couches de Kœssen, d'Hierlatz, d'Adneth, etc., toute une série de formations qui a souvent plus de ressemblance avec les dépôts des Alpes septentrionales qu'avec ceux des Alpes méridionales. La tête de couches d'une zone latérale occidentale se trouve donc en ce point.

En Calabre, M. Suess a reconnu trois masses centrales ayant un caractère essentiellement alpin. Ce sont : 1° La masse de l'Aspromonte avec la Sierra San Bruno ; elle s'étend jusqu'en Sicile, mais elle est interrompue par le détroit de Messine. Cette masse est complète à l'ouest, mais brisée du côté de la mer tyrrhénienne et cette ligne de fracture est la ligne principale de tremblements de terre de la Calabre ; 2° la masse de la Sila, entourée de tous côtés d'une ceinture de schistes ; 3° la masse du Monte Cuccuzo, brisée comme la première du côté de la mer tyrrhénienne.

La grande chaîne calcaire de la Basilicate forme la tête de couches de la zone latérale orientale ; à son pied, près de San Donato, on exploite du mercure dans du quartzite rouge, comme dans le terrain permien des Alpes méridionales.

Il y a donc entre Taormina et Sybaris un fragment considérable d'une chaîne centrale alpine ; les roches de la Catena metallifera, etc., en sont la prolongation directe ; l'Apennin forme la zone latérale nord-est, la Sicile une partie de la zone latérale sud-ouest.

De Palerme à Messine et de là au Cap Spartivento et à Capri, la mer tyrrhénienne est entourée de lignes de fractures ; plus au nord encore, jusqu'à l'île d'Elbe et la Spezzia, la chaîne est brisée et détruite. Ce qui en subsiste aujourd'hui, soit au milieu de la mer, soit au milieu de formations plus récentes, n'est que le reste d'une ancienne chaîne tyrrhénienne qui formait l'axe de la presqu'île et qui est maintenant sous la mer.

Les phénomènes volcaniques de l'Italie actuelle sont intimement liés à la structure de cette péninsule; la plus grande partie des points d'éruptions correspond aux lignes de fractures, par exemple la grande zone éruptive qui, partant de la Toscane, passe par les montagnes d'Albano, les Champs Phlégréens et le Vésuve ; des groupes de volcans sont situés, au contraire, au milieu des régions d'affaissement (les îles Ponza, les îles Lipari). Quelques volcans seulement sont en dehors de ces régions; tels sont l'Etna et le Vultur qui se trouvent dans le flysch.

Il existe une ressemblance frappante entre les Carpathes et l'Apennin. Dans les Carpathes, on ne voit aussi qu'une des zones latérales, la septentrionale; les fragments de la zone centrale forment le Tatra et quelques autres montagnes; la zone latérale sud a presque disparu; les trachytes de la Hongrie ont apparu dans les régions d'affaissement de même que les volcans du Latium et de Naples. La plaine de Vienne présente l'exemple d'un effondrement semblable dans la chaîne des Alpes.

M. Studer a déjà remarqué, il y a bien des années, que la région occidentale des Alpes méridionales disparaît peu à peu sous la plaine italienne et qu'une partie de cette chaîne est enterrée sous les dépôts récents qui recouvrent celle-ci. Les derniers travaux de M. Gastaldi confirment parfaitement ce fait. Les environs du golfe de Gênes forment le point de réunion des Alpes et de l'Apennin, dont les masses centrales ont presque entièrement disparu sous la mer ou sous la plaine ; on pourrait même supposer que l'un des axes de ces chaînes est la prolongation directe de l'autre.

Le chevalier Fr. DE HAUER. GEOLOGISCHE UEBERSICHTSKARTE DER ŒSTERREICHISCHEN MONARCHIE. CARTE GÉOLOGIQUE GÉNÉRALE DE L'EMPIRE D'AUTRICHE. (Jahrb. der k. k. geolog. Reichsanstalt, 1872, XXII, p. 149.)

La carte géologique générale de l'empire d'Autriche exé-

cutée par l'Institut géologique sous la direction de M. de Hauer est aujourd'hui presque terminée. Afin de faciliter l'étude de cette carte et des volumineux travaux qui existent sur la géologie de l'Autriche, M. de Hauer a publié un index par ordre alphabétique de tous les noms de terrains ou de formations, locaux ou généraux, qui ont été employés dans les diverses publications. La description de la roche ou du terrain, l'explication de son nom, ses équivalents, le lieu où il est le mieux caractérisé, l'auteur qui l'a décrit, sont soigneusement indiqués dans ce dictionnaire géologique. C'est un travail dans le genre de l'*Index der Petrographie und Stratigraphie der Schweiz* de M. Studer, mais avec un cadre un peu plus restreint. Bien que l'auteur ait borné ce travail aux noms des terrains, il ne compte pas moins de 80 pages d'une impression serrée. Ce dictionnaire est une œuvre excessivement pratique, presque indispensable en particulier aux naturalistes étrangers qui veulent se familiariser avec la géologie de l'Autriche.

Nous avons déjà pu constater par expérience l'utilité de l'*Index* de M. Studer. Ces deux travaux consacrés à deux pays voisins et exécutés dans le même but, se complètent l'un l'autre; ils traitent tous deux de la géologie des Alpes, pour laquelle ils seront des guides précieux.

Une des dernières feuilles de la carte de l'Autriche contiendra un travail d'un autre genre, mais qui sera également utile, un tableau synchronistique des formations géologiques reconnues dans les diverses parties de l'empire d'Autriche.

Prof. Lebert. Sur l'ambre. (Communication faite à la Société helvétique des Sciences naturelles, réunie à Fribourg, dans la séance du 20 août 1872[1].)

Le premier point sur lequel M. Lebert attire l'attention,

[1] Dans le Compte rendu de la 55me session de la Société helvétique,

est une nouvelle propriété optique de l'ambre, la fluorescence qu'il a observée d'abord sur l'ambre de Sicile et ensuite aussi sur celui de la Baltique, mais plus rarement et d'une manière moins prononcée. On sait que depuis les recherches de Herschel et de Brewster, on a désigné sous le nom de fluorescence ou dispersion épipolique une coloration particulière, pénétrant fort peu en profondeur, que prennent certains corps exposés à la lumière, et qui diffère de la couleur dominante de la substance. D'après Stokes, il se produit une transformation des rayons absorbés, la lumière qui est émise par fluorescence étant différente et d'une réfrangibilité moindre que celle de la lumière directement reçue qui provoque le phénomène.

Pour étudier les corps à ce point de vue, on fait tomber sur eux les rayons solaires rendus convergents par une lentille à court foyer : le cône de rayons qui pénètre dans la substance fluorescente se colore en nuances différentes suivant le corps sur lequel on opère. M. Lebert passe en revue les diverses nuances que présentent les cônes lumineux dans 28 morceaux d'ambre, dont 25 de Sicile et 3 de Russie. La couleur la plus fréquente du cône est un bleu pâle identique avec la teinte de fluorescence du pétrole; pour certains échantillons la teinte est plus foncée, mais d'autres tirent sur le jaune et le vert, d'autres sont jaunes ou verts sans nuance bleue, etc. Nous passons sur toutes ces différences indiquées dans le travail avec détail pour chaque morceau examiné.

Après quelques remarques sur l'ambre de Sicile, son gisement, le développement de nos connaissances historiques sur ce sujet, M. Lebert émet la supposition que l'ambre de Sicile appartient à un autre centre que celui de la Prusse.

Dans la seconde partie de sa communication, M. Lebert

publié dans notre dernier numéro, nous n'avons mentionné que très-brièvement cette communication. Nous en donnons aujourd'hui une analyse plus complète.

s'occupe des diverses variétés d'ambre employées dans l'industrie, et ici la Sicile avec son ambre si beau, mais trop rare, ne joue qu'un rôle secondaire. Aussi les 180 échantillons de nuances différentes qui sont présentés à la section proviennent-ils tous de la Prusse.

Les principales variétés employées, représentées chacune par de nombreux exemplaires, sont les suivantes : 1° L'ambre luisant, d'un jaune pâle ou verdâtre et mat, s'appelle ambre couleur de Kumst (et non pas « kunstfarbig » comme on le désigne souvent) ; il est pur ou veiné ou tacheté de blanc. La majeure partie de cet ambre est exportée brute, et travaillée à Paris, à Vienne, à Constantinople, à Smyrne pour porte-cigares, embouchures de pipes, etc. 2° L'ambre dit « bastert » (et non bastard ou bâtard) est plus franchement jaune citron ou plus foncé, non transparent. On en fait de beaux colliers : M. Lebert en a fait faire un, en alternant les grandes olives jaune citron de cette espèce avec les olives pâles, luisantes et opaques de la précédente espèce, ce qui produit un fort bel effet. 3° L'ambre couleur d'os, d'un blanc mat et franc, est très-riche en acide succinique et offre de belles variétés avec des parties jaunes tantôt transparentes tantôt opaques dans le même morceau. Anciennement on croyait si bien à ses vertus médicales que tous les morceaux de cette nuance devaient être remis au Grand-Maître des chevaliers de l'ordre teutonique. Les dessins dendritiques de quelques morceaux donnent lieu à des formes variées et bizarres, dans lesquelles autrefois on croyait trouver toutes espèces de ressemblances. L'ambre couleur d'os est très-recherché en Russie et dans une partie de la Pologne, principalement à l'usage des fumeurs. 4° L'ambre couleur d'agate offre l'élégante variété de dessins, de bandes, de taches que présente le minéral auquel on l'a comparé. On travaille ces morceaux en Prusse, en Autriche et en Russie pour diverses parures. 5° L'ambre impure dit « schlaubig » renferme beaucoup de fragments organiques

amorphes qui contrastent avec les parties transparentes d'un jaune verdâtre des échantillons. Cette variété sert aux colliers bon marché des populations peu fortunées de plusieurs peuples slaves. 6° L'ambre nuageux, de couleur inégale, d'un jaune clair (désigné comme « flomig »), devient parfaitement transparent et homogène par la coction avec de l'huile de navets, et s'emploie à la fabrication de beaux colliers, très-recherchés en Westphalie par suite d'un ancien préjugé qui leur attribue une force préservatrice contre les maux d'yeux. 7° L'ambre complétement transparent offre de grandes variétés depuis le jaune très-pâle (Eisbernstein) jusqu'au jaune foncé et même au rouge. En Europe, on préfère les nuances pâles, tandis que celles plus foncées sont exportées en Chine, au Japon et en Amérique.

La moitié, enfin, des 100,000 livres d'ambre que fournit annuellement la Prusse ne sert ni aux fumeurs, ni aux parures. Ce sont des espèces d'ambres peu consistantes et peu pures qui servent à la fabrication de l'acide succinique et de l'huile de succin, ainsi qu'à la fabrication d'une laque de bonne qualité, industrie également très-lucrative.

Dans la troisième partie de sa communication, M. Lebert montre une série de morceaux d'ambre avec ou sans inclusions, remarquables par leur rareté, choisis dans sa collection composée de plus de 1600 échantillons dont la grande majorité avec des inclusions. Nous mentionnerons parmi les pièces ainsi présentées : 1° Une série de morceaux de l'arbre qui fournit l'ambre (Pinites succinifer Gœppert). 2° Un morceau renfermant une bulle d'air mobile dans une goutte d'eau. 3° De l'ambre si léger qu'il surnage dans l'eau. 4° Échantillon dans lequel, à côté d'une feuille phanérogame se trouve une bulle d'air comprimée de façon à montrer des ramifications et ressemblant à un cryptogame fungoïde. 5° Deux morceaux présentent des gouttes d'ambre entourées d'ambre plus frais ; les premières, à éclat métallique, avec leur long pédicule, ressemblent à des choux pétrifiés,

avec lesquels on les a souvent comparés. 6° Un grand morceau d'ambre jaune transparent, pesant 128 grammes, renferme un petit papillon. 7° Un myriapode, Craspedosoma affine, se trouve à côté de deux coléoptères et d'un hyménoptère. 8° Une assez grande araignée des mieux conservées. 9° Une chenille de très-grandes dimensions. 10° Un grand carabicide avec un certain nombre de mouches, dont il a attrapé une au moment où il a été enveloppé d'ambre. 11° Un beau coléoptère, une Cassida ayant conservé dans l'ambre tout l'éclat vert-doré et toute la sculpture des élytres. 12° Un petit coléoptère nouveau dans la faune de l'ambre appartenant au genre Scydremus. 13° Un Curonlionide fort bien conservé (dans un porte-cigare). 14° Une larve d'orthoptère avec l'ovisiapte, voisine probablement du genre Occanthus. 15° Une blatte non-seulement remarquable par la nervure fort distincte des ailes, mais montrant très-bien aussi les antennes et chacun de leurs articles, ainsi que les yeux, la bouche, etc. 16° Un termite de grande taille, le plus grand que M. Lebert ait vu dans l'ambre. 17° Une feuille très-complète et assez grande d'un phanérogame, montrant sur une des surfaces des petits champignons parasites fort distincts. 18° Une perle qui renferme une larve de coléoptère, probablement du genre Elater qui est fortement représenté dans la faune de l'ambre.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Prof. LEBERT. DE LA MARCHE DE LA TEMPÉRATURE DANS LES MALADIES TUBERCULEUSES. (Communication faite à la Société helvétique des Sciences naturelles à Fribourg, le 20 août 1872[1].)

Pour avoir une idée aussi exacte que possible de la mar-

[1] Cette communication, comme la précédente, n'avait été que mentionnée dans le compte rendu de la session de la Société, publié dans notre dernier numéro.

che de la température dans les maladies tuberculeuses, il faut, vu sa grande variabilité, la mesurer toutes les trois et même toutes les deux heures dans le creux axillaire; l'examen fréquent de la température rectale est en effet trop incommode chez des malades déjà affaiblis.

La chaleur suit dans ces maladies une marche tout à fait analogue à celle qu'elle suit en général dans les inflammations chroniques fébriles; l'observation thermique n'y offre rien de spécial. La disposition pyrogène individuelle est un élément important ajouté à ceux qui sont dus à l'étendue et à la marche de la maladie. Cette fièvre des tuberculeux est une des causes essentielles de la consomption, tant par sa durée que par la grande variabilité de la chaleur observée dans les 24 heures; ces changements sont en effet mal supportés par le corps et ses tissus. L'influence de l'âge et du sexe n'est pas notable. Les produits pyrogènes peuvent varier d'effets depuis une influence légère jusqu'à une action d'apparence toxique; malheureusement la nature chimique des éléments pyrogènes nous est en majeure partie inconnue.

La température du matin peut varier : en minimum elle offre l'état normal ou sous-normal ; en maximum elle atteint une hauteur très-fébrile, mais en moyenne elle ne dépasse la chaleur normale que de 1 à 1 $^1/_2$ degré centigr. A mesure que la maladie s'aggrave la température redevient normale ou sous-normale sous l'influence du collapsus progressif.

La température du soir est plus fortement fébrile; cependant elle ne dépasse pas en moyenne 39°—39°,5, atteint quelquefois 40°, rarement 41° et au delà; vers la fin elle diminue aussi sous l'influence du collapsus et reste à 38°,5 ou au-dessous. Ainsi, en somme, les maladies tuberculeuses ne sont pas fortement fébriles, bien moins par exemple que la pneumonie, le rhumatisme articulaire aigu, les fièvres éruptives ou typhoïdes.

La tuberculisation aiguë peut devenir fortement fébrile, mais en moyenne elle ne diffère point sous le rapport ther-

mique de la tuberculisation chronique. Pendant la période avancée de la phthisie, la température est la résultante des causes pyrogènes et du collapsus, dont l'influence se fait d'abord sentir le matin et plus tard aussi le soir. A cette époque, on observe aussi d'une manière intercurrente des refroidissements du corps, rapides et de peu de durée, le thermomètre descendant jusqu'à 35°, 34°, 33°, même 32°,5. La mort a rarement lieu dans le refroidissement, mais survient ordinairement peu de jours après.

Le type des rémissions fébriles est plus variable dans la phthisie qu'il ne l'est dans aucune autre maladie; cette irrégularité va souvent jusqu'à l'ataxie. Il n'est point exact que la tuberculisation aiguë offre souvent une fièvre subcontinue, comme Niemeyer l'affirme. La température du matin influe considérablement sur le degré de rémission de la fièvre; si elle est basse avec une chaleur élevée du soir, elle augmente notablement la rémittence. Toutefois la même courbe offre des rémissions souvent très-variables et il n'est même pas rare d'observer le type inverse, la plus haute température ayant lieu le matin. Dans des cas rares, ce type inverse domine et occupe les $^2/_3$, les $^3/_4$ des journées d'observation.

La ressemblance trompeuse de la fièvre des phthisiques avec le type intermittent ou même avec une fièvre typhoïde n'est nullement ratifiée par l'observation thermométrique.

La chaleur terminale, au moment de la mort ou peu avant elle, est rarement subnormale, dans les $^2/_5$ des cas elle se rapproche de la normale et dans les $^3/_5$ des cas elle est élevée, offrant 39°, 39°,5, rarement 40°, exceptionnellement 41° et même 42°. Dans la phthisie aiguë, l'élévation terminale domine davantage que dans les formes chroniques.

Au début des maladies tuberculeuses chroniques, le thermomètre monte quelquefois le soir à 38° et un peu au delà, plus tard il monte aussi le matin et peu à peu la fièvre s'établit plus permanente et plus prononcée. Les signes thermiques peuvent devancer les signes fournis par l'auscultation

et la percussion, et sont alors d'un grand secours pour établir de bonne heure le diagnostic. Pendant cette période initiale le mal peut s'arrêter; les signes thermiques disparaissent alors. Une complication aiguë intercurrente dans la phthisie augmente momentanément la chaleur, qui reprend ensuite sa marche ordinaire.

Le séjour des malades à l'hôpital, dans de bonnes conditions hygiéniques, leur donne souvent un bien-être qui est trompeur et sans valeur, s'il n'est accompagné d'une amélioration thermique correspondante. Pendant la période d'accroissement de la fièvre, celle-ci est plutôt due à la multiplication progressive des foyers morbides qu'à leur ramollissement et à leur fonte.

De fortes pneumorrhagies peuvent au commencement de la tuberculisation pulmonaire exercer une action salutaire sur l'arrêt momentané du mal, arrêt accompagné de la cessation de la fièvre.

Cet arrêt peut durer plus ou moins longtemps et le thermomètre détermine souvent s'il doit être passager ou durable. La phthisie chronique après une phase fortement fébrile est susceptible aussi d'arrêt et de retour à l'apyrexie.

Une phase terminale aiguë, avec tubercules miliaires multiples peut augmenter notablement la fièvre; il n'est pas rare, cependant qu'elle ne produise pas d'influence thermique notable. La tuberculisation aiguë des méninges, du péritoine, etc., n'offre pas plus de caractères thermiques pathognomoniques que la phthisie pulmonaire aiguë. La bronchite putride, comme complication, n'augmente pas la fièvre, ce que fait la gangrène pulmonaire. La pleurésie comme point de départ ou comme complication ne modifie pas notablement la chaleur. Le pneumothorax élève d'abord sensiblement la température, qui revient bientôt à sa marche antérieure, si la vie se prolonge de quelques semaines; ou davantage. Les affections tuberculeuses du larynx et des intestins ne modifient pas notablement la chaleur. La péritonite avec perfora-

tion provoque un abaissement passager notable. La grossesse et surtout l'état puerpéral, bien qu'ils soient quelquefois sans influence fâcheuse, accélèrent et aggravent ordinairement la marche des affections tuberculeuses : ces états en provoquent même le développement, si la disposition tuberculeuse existe.

Il serait trop long d'exposer ici toutes les conséquences importantes que ces recherches offrent pour le diagnostic et le traitement des maladies tuberculeuses. Il est certain qu'à mesure que nos notions sur ces affections seront plus complètes et basées sur de bonnes méthodes tirées des sciences naturelles, la thérapeutique et la prophylaxie tant hygiéniques que médicamenteuses ne pourront que gagner et devenir de plus en plus efficaces et salutaires.

W. MARSHALL. UEBER DIE KNŒCHERNEN SCHÆDELHŒCKER DER VŒGEL. SUR LES PROTUBÉRANCES OSSEUSES DE LA TÊTE DES OISEAUX. (*Niederländisches Archiv für Zoologie;* vol. I, 2me cahier, Juillet 1872, p. 133-179; pl. XI et XII.)

On trouve sur le front et la mandibule supérieure de beaucoup d'oiseaux des protubérances qui diffèrent d'une espèce à l'autre non-seulement par leurs formes et leurs dimensions, mais aussi par la nature des systèmes qui leur donnent naissance. Les unes sont tout à fait superficielles, tandis que les autres ont une base osseuse qui peut les faire comparer aux cornes creuses des Ruminants. M. Marshall ne s'est occupé que des protubérances osseuses ; ce n'est qu'en passant, et pour établir des comparaisons, qu'il parle des ornements analogues dus au système cutané.

Comme cette étude porte sur beaucoup de faits de détail qu'il serait impossible de reproduire ici et qu'il serait également difficile d'analyser d'une manière succincte, nous nous contenterons de donner les conclusions de l'auteur, en y

ajoutant seulement un ou deux exemples choisis dans le corps du mémoire.

1° Les protubérances osseuses qui se trouvent sur le bec et le crâne des oiseaux sont dues à des boursouflures vésiculeuses, ou à des métamorphoses spongieuses de certains os, souvent de plusieurs de ceux-ci.

2° Elles sont toujours pneumatiques, soit que l'air y arrive des poumons, soit qu'il y pénètre directement par les fosses nasales.

3° Ces protubérances se rencontrent tantôt chez les deux sexes, tantôt seulement chez le sexe mâle. Dans la plupart des cas on doit les considérer comme un résultat de la sélection sexuelle.

4° Là où ces protubérances se présentent avec la même structure chez les deux sexes (*Numida*, *Casuarius*, la plupart des espèces de *Buceros*, etc.), elles ont une origine très-ancienne et se développent par suite de cela chez les oiseaux encore très-jeunes. Là, au contraire, où elles ne se trouvent que chez l'un des deux sexes (*Fuligula nigra*, etc.), elles ont une origine beaucoup plus récente et ne se développent en conséquence qu'à l'époque de la puberté.

5° Dans quelques familles, certaines espèces ont des protubérances osseuses (*Fuligula nigra*, *Crax pauxi*, *Numida meleagris*, etc.), qui sont représentées chez d'autres par des saillies analogues, mais dépendant d'un autre système de tissus (*Cygnus olor*, *Crax Alberti*, *Numida plumifera* et *cristata*, etc.).

Ainsi, chez les Lamellirostres l'on trouve beaucoup d'espèces qui sont pourvues de protubérances sur la mandibule supérieure ou le front; il y a même un sous-genre (*Oedemia*) qui tire son nom de cette disposition. C'est ordinairement les mâles seuls qui portent ces ornements; on en retrouve cependant le plus souvent une trace chez les femelles. Quelques espèces présentent un tubercule de cette nature, mais celui-ci ne repose pas sur une base osseuse, et n'est qu'un

épaississement de la peau, comme cela se voit dans les tubercules de l'extrémité de la mandibule supérieure chez le cygne ordinaire (*Cygnus olor*) et l'*Anas tadorna*. Il existe des passages entre les tubercules d'une nature et ceux de l'autre.

C'est chez les Gallinacés que les ornements de la tête sont le plus répandus et le plus variés quand aux systèmes qui, leur donnent naissance. Tantôt ce sont, comme chez le Paon des bouquets de plumes; tantôt l'on a affaire à des parties de la peau, riches en pigment, très-vasculaires et plus ou moins érectiles, comme chez le Dindon et le Coq domestique; tantôt enfin, il s'agit de saillies, de tubercules appartenant au système osseux. Ces ornements, provenant d'une même cause et ayant le même effet, se remplacent en quelque sorte les uns les autres; dans le même genre et même dans des espèces très-voisines, on rencontre les mêmes ornements ou des ornements analogues dus à des systèmes de tissus différents.

6° Il importe peu quels organes ou parties d'organes sont mis en réquisition dans l'intérêt de la sélection sexuelle, pourvu que le résultat reste le même.

7° Lorsque ces formations sont phylogénétiquement très-anciennes, elles ne servent pas uniquement à jouer un rôle dans la sélection sexuelle; peut-être même n'y jouent-elles plus aucun rôle. Elles peuvent en être arrivées à remplir d'autres fonctions; ainsi, par exemple, elles servent aux Calaos d'espaces pneumatiques facilitant le vol; dans certains cas, comme chez le *Buceros scutatus*, elles se sont transformées encore davantage pour accomplir une troisième fonction.

8° Les espaces spongieux des protubérances présentent une certaine régularité dans leur disposition, comme on peut le constater en particulier chez les Buceros; toutefois cet arrangement ne peut pas, jusqu'à présent, être ramené aux

lois reconnues par Meyer et Wolf pour l'architecture des espaces spongieux de l'homme. A. H.

W. MARSHALL. BEOBACHTUNGEN UEBER DEN VOGELSCHWANZ. OBSERVATIONS SUR LA QUEUE DES OISEAUX. (*Niederländisches Archiv für Zoologie*, vol. I, 2me cahier, juillet 1872, p. 194-210 ; pl. XVI.)

La découverte du squelette de l'Archæopteryx a attiré l'attention des anatomistes sur la structure de la queue des oiseaux. Le fossile de Solenhofen présentait dans sa dernière région vertébrale des caractères si particuliers que M. Huxley a cru devoir établir une sous-classe pour cette seule espèce. D'autre part, l'on a reconnu que chez certains oiseaux la queue est composée dans la période embryonnaire d'un plus grand nombre de vertèbres qu'à l'état adulte et qu'elle se rapproche par conséquent alors davantage de celle de l'Archæopteryx. Cette différence entre l'état embryonnaire et l'état adulte provient de ce que l'os en forme de soc de charrue, qui termine la queue de l'oiseau, est représenté d'abord par une série de vertèbres distinctes qui se soudent plus tard en une pièce unique. L'anatomie comparée de cette région n'avait encore été faite toutefois que d'une manière un peu superficielle. Nous devons à M. Marshall des recherches sur ce sujet plus étendues et plus précises que celles de ses prédécesseurs. En outre, il ne s'est pas borné à étudier les vertèbres caudales chez le jeune oiseau et chez l'adulte; il s'est occupé aussi des rectrices et a cherché à ramener la disposition de ces pennes telle qu'elle existe chez les oiseaux actuels à celle que l'on observe chez l'Archæopteryx; enfin, il a étudié les muscles de la queue et les transformations qu'ils subissent.

L'os en soc de charrue ou *pièce terminale* (Endkörper), comme l'appelle M. Marshall, présente souvent des apophy-

ses, des sinuosités ou des trous qui indiquent la multiplicité originaire des pièces. Ainsi, chez les Calaos, on trouve sur les côtés, à droite et à gauche, cinq saillies qui sont les traces de l'existence d'autant de vertèbres. Chez la Corneille on voit encore distinctement les deux premières apophyses transverses; cinq saillies inférieures indiquent les cinq vertèbres primitives. Chez beaucoup de rapaces diurnes, la séparation originaire des vertèbres est démontrée par l'existence de trous transversaux. Chez l'Autruche il est facile de reconnaître à la présence de trois tubercules correspondant aux points d'union des vertèbres, que la pièce terminale résulte en réalité de la soudure de quatre pièces.

Il se présente quelquefois une monstruosité instructive qui consiste en ce que la pièce terminale est beaucoup plus petite qu'à l'état normal, tandis qu'il y a une vertèbre de plus que d'habitude. L'on voit alors de la manière la plus évidente que le nombre des vertèbres libres ne s'est accru que parce que la première vertèbre de la pièce terminale est restée indépendante.

L'étude des formes que présente la pièce terminale chez l'adulte et celle des cas tératologiques nous donnent des indications précieuses sur la nature réelle de l'os en soc de charrue; mais ce sont les observations faites sur les oiseaux très-jeunes qui sont réellement probantes. Celles de M. Marshall ont porté sur des Calaos, des Eurylaimes, le Choucas, le Canard domestique, le Cormoran et l'Autruche. L'ossification ne se fait pas à la même époque du développement chez ces différents types; ainsi, la pièce terminale s'ossifie de très-bonne heure chez le Choucas, tandis que chez le Cormoran elle est encore entièrement cartilagineuse quelques jours après l'éclosion.

Chez un jeune Calao qui avait été pris au moment où il allait quitter le nid, M. Marshall a constaté l'existence de cinq vertèbres parfaitement distinctes, représentant la pièce terminale. Dans un fœtus d'Eurylaime cette pièce était représen-

tée par six vertèbres. Chez cette espèce, comme chez la précédente, ce sont surtout les apophyses épineuses inférieures qui sont développées, et les supérieures le sont peu ou point. Chez l'*Anas boschas* c'est l'inverse qui a lieu; dans ce canard la pièce terminale se compose, chez le fœtus, de six corps de vertèbres qui sont tous surmontés d'apophyses épineuses assez considérables; aux deux premières vertèbres ces apophyses sont déjà soudées avec les corps, aux autres elles ne le sont pas. Chez le fœtus de l'Autruche la pièce terminale est composée, comme le montre déjà le squelette de l'adulte, de quatre vertèbres.

De recherches récentes [1] sur l'ostéologie des oiseaux ont démontré qu'un certain nombre de vertèbres précédemment attribuées au sacrum, sont en réalité des vertèbres caudales. On doit donc admettre aujourd'hui que la région caudale des oiseaux se compose d'un nombre de vertèbres bien supérieur à celui que nous trouvons indiqué dans les anciens traités d'anatomie comparée. Ainsi, le Canard, auquel Cuvier attribuait seulement 8 vertèbres caudales, en possède en réalité 18, à savoir 7 réunies au bassin, 5 libres, et 6 formant la pièce terminale. Le nombre des vertèbres formant la queue de l'Archæopterix n'éloigne donc pas autant cet oiseau des espèces actuelles qu'on pourrait le croire.

Mais ce n'est pas seulement dans les parties osseuses de la queue que se voyent les différences frappantes qui semblent séparer l'Archæopteryx des oiseaux actuels; tandis que l'oiseau de Solenhofen avait 40 pennes portées par les 20 dernières vertèbres caudales, on ne trouve chez la plupart des groupes d'oiseaux actuels que 10 à 12 rectrices en tout; chez l'Archæopteryx elles étaient disposées comme les barbes sur la tige d'une plume, tandis que chez nos oiseaux elles rayonnent en éventail à l'extrémité de la colonne vertébrale. Mal-

[1] *Gegenbaur*, Beiträge zur Kenntniss des Beckens der Vögel. *Jenaische Zeitschrift*, vol. VI, p. 202.

gré cette différence, si marquée en apparence, il est facile de comprendre avec M. Marshall, comment un des types peut se ramener à l'autre. En supposant que chez l'Archæopteryx les os du bassin se soient prolongés, que les 7 premières vertèbres caudales se soient soudées avec eux, et que les 5 dernières se soient par contre raccourcies et confondues en un os unique, les rectrices des 7 premières vertèbres ont dû disparaître et les 10 rectrices des 5 dernières vertèbres ont dû, de leur côté, par suite de la contraction de ces os, prendre une forme d'arc aplati ou d'éventail. Jusqu'ici tout va bien ; l'explication de M. Marshall, appuyée d'une figure schématique, nous paraît parfaitement plausible et vraisemblable. Mais, pourquoi les rectrices correspondant aux vertèbres libres ont-elles disparu ? L'auteur cherche à expliquer cette disparition au moyen de phénomènes de sélection naturelle assez compliqués. Selon lui, les pennes caudales se seraient toutes raccourcies pour faciliter le vol qui était auparavant gêné par cette longue traîne emplumée ; puis, les pennes correspondant aux vertèbres prises dans le bassin et aux vertèbres libres, auraient disparu comme inutiles, en même temps que les dernières se développaient en un gouvernail favorisant le vol. Il fait remarquer que c'est dans les familles telles que celles des Lamellirostres, des Totipalmes et des Plongeurs, où les pennes caudales sont en nombre supérieur au double des vertèbres formant la pièce terminale de la queue (de 18 à 24), que ces pennes sont relativement courtes ; on peut, selon lui, regarder ces faibles dimensions comme dues, non pas à un développement rétrograde, mais à la conservation d'un état intermédiaire. M. Marshall manie avec beaucoup d'habilité, peut-être avec un peu trop de hardiesse, la sélection naturelle. Nous reconnaissons qu'il y a des points séduisants dans son argumentation ; mais nous aimerions qu'il nous expliquât pourquoi les pennes caudales se trouvaient si développées chez l'Archæopteryx, puisqu'elles étaient nuisibles à cet oiseau ?

M. Marshall a trouvé chez certains jeunes oiseaux des petits faisceaux musculaires plus ou moins développés qu'il assimile à certains muscles du tronc, tels que les interépineux, intertransversaux, élévateurs des côtes et intercostaux. Chez les oiseaux adultes on les retrouve sans exception sous la forme de ligaments. Chez un jeune *Buceros plicatus* tous ces faisceaux musculaires étaient déjà représentés par des ligaments, mais une étude microscopique permettait de distinguer encore nettement par places des éléments musculaires. Dans la pièce terminale ce ne sont que les trois premières vertèbres qui présentent ces caractères, et même ici les petits muscles ne deviennent pas seulement des ligaments, mais ils s'ossifient à leur tour entièrement; c'est ce que l'on voit bien chez beaucoup de Rapaces, et les parties qui chez ces oiseaux comprennent les trous situés à la partie inférieure de la pièce terminale sont dus à l'ossification de ligaments qui étaient eux-mêmes primitivement des muscles intercostaux.

A. H.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE SEPTEMBRE 1872.

Le 1er, rosée le matin.
2, idem.
3, idem.
4, idem.
5, idem.
7, léger brouillard le matin jusqu'à 8 h.
9, rosée le matin.
10, idem.
11, idem.
12, idem.
13, idem.
14, idem.
15, idem.
16, idem.
17, idem.
18, idem, à 7 h. soir éclairs au SE.
19, de 4 $^1/_2$ h. à 5 h. matin, orage avec éclairs et tonnerres, forte averse.
21, il a neigé sur le Jura dans la nuit précédente.
22, rosée le matin.
26, forte rosée le matin.
27, rosée le matin.
28, idem.
29, idem.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

		mm
Le 2	à 8 h. matin	729,82
7	à 10 h. matin	722,95
13	à 8 h. matin	735,18
22	à 10 h. soir	726,07
27	à 8 h. matin	735,56

MINIMUM.

		mm
Le 4	à 6 h. soir	725,32
9	à 6 h. soir	726,35
20	à 2 h. après m.	720,30
24	à 10 h. soir	721,71

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	o
1	728,80	+ 1,14	+14,57	— 1,80	+ 9,7	+19,9	7,78	—2,43	666	— 76	380	890	...	...	N. 1	0,07	—	—	204
2	728,91	+ 1,28	+15,35	— 0,91	+ 8,6	+21,7	9,91	—0,26	764	+ 20	510	910	...	...	N. 1	0,33	18,7	+ 0,6	202
3	727,03	— 0,57	+17,93	+ 1,78	+12,7	+22,7	11,50	+1,37	767	+ 20	460	920	...	...	N. 1	0,19	18,9	+ 0,8	200
4	726,56	— 1,01	+19,06	+ 3,02	+14,4	+25,0	12,39	+2,30	780	+ 31	480	950	...	...	N. 1	0,50	18,6	+ 0,6	198
5	727,24	— 0,31	+20,32	+ 4,40	+15,0	+25,8	12,73	+2,68	737	— 15	500	910	...	...	variable	0,28	—	—	198
6	728,20	+ 0,67	+21,03	+ 5,23	+17,2	+26,6	10,05	+0,04	585	—169	380	770	...	..	variable	0,18	19,5	+ 1,6	198
7	727,56	+ 0,06	+19,59	+ 3,91	+14,3	+25,8	11,41	+1,44	699	— 58	400	870	..	...	S. 1	0,67	18,6	+ 0,8	198
8	726,84	— 0,63	+19,85	+ 4,29	+15,8	+25,4	12,37	+2,44	733	— 26	520	870	0,1	1	S. 1	0,90	—	—	197
9	727,03	— 0,41	+19,16	+ 3,73	+16,8	+23,7	11,83	+1,94	746	— 16	510	870	...	...	NNE. 1	0,22	19,6	+ 1,9	196
10	728,35	+ 0,94	+18,63	+ 3,33	+13,0	+25,3	9,67	—0,18	644	—120	380	880	...	...	S. 1	0,59	19,9	+ 2,3	198
11	731,43	+ 4,05	+17,18	+ 2,02	+11,8	+22,8	10,55	+0,74	737	— 30	510	910	...	..	N. 1	0,07	19,7	+ 2,1	190
12	734,33	+ 6,97	+17,54	+ 2,51	+11,2	+23,7	11,15	+1,38	742	— 27	510	920	...	...	N. 1	0,00	—	—	188
13	734,31	+ 6,98	+18,78	+ 3,89	+12,1	+25,7	12,13	+2,40	759	— 12	510	950	..	...	N. 1	0,00	20,2	+ 2,7	186
14	730,76	+ 3,46	+19,62	+ 4,87	+12,4	+24,9	11,77	+2,08	701	— 73	540	950	...	...	N. 1	0,18	20,3	+ 2,9	186
15	728,24	+ 0,98	+18,06	+ 3,45	+11,2	+24,1	10,53	+0,87	692	— 85	450	930	...	...	N. 1	0,22	—	—	185
16	726,52	— 0,71	+17,20	+ 2,72	+12,1	+22,1	9,98	+0,37	699	— 80	500	900	...	...	variable	0,44	20,7	+ 3,4	185
17	725,88	— 1,31	+17,60	+ 3,25	+10,0	+25,1	9,32	—0,23	651	—131	360	940	...	...	SO. 1	0,08	20,5	+ 3,3	185
18	723,81	— 3,35	+19,23	+ 5,02	+ 9,9	+27,2	9,58	+0,09	603	—182	350	910	...	...	SO. 1	0,27	20,4	+ 3,3	184
19	722,17	— 4,95	+15,41	+ 1,33	+13,1	+21,4	10,77	+1,33	851	+ 64	660	890	17,2	13	SSO. 1	1,00	18,7	+ 1,7	...
20	721,23	— 5,86	+13,37	— 0,58	+11,4	+18,9	6,56	—2,82	616	—174	420	730	0,4	1	SSO. 1	0,68	15,7	— 1,2	180
21	725,00	— 2,06	+ 8,90	— 4,90	+ 7,0	+13,4	4,89	—4,44	626	—166	370	720	0,4	1	variable	0,48	15,8	— 1,0	189
22	724,89	— 2,13	+10,38	— 3,37	+ 5,2	+15,4	6,65	—2,62	793	— 2	420	940	1,6	3	S. 1	0,77	—	—	177
23	725,00	— 1,99	+10,39	— 3,12	+ 8,9	+13,9	6,67	—2,54	745	— 52	560	850	...	...	NNE. 1	0,59	15,7	— 0,9	174
24	723,26	— 3,69	+12,99	— 0,37	+ 8,0	+18,3	6,50	—2,66	615	—184	400	820	...	...	SSO. 1	0,17	14,4	— 2,1	170
25	723,39	— 3,53	+11,31	— 1,90	+ 7,7	+16,1	6,52	—2,58	700	—101	380	870	2,5	3	SSO. 1	0,72	13,3	— 3,1	167
26	730,70	+ 3,81	+ 8,30	— 4,76	+ 3,0	+14,5	4,82	—4,23	647	—156	340	950	...	...	SO. 1	0,33	13,4	— 2,9	163
27	734,51	+ 7,66	+10,14	— 2,77	+ 4,4	+16,2	5,77	—3,22	669	—136	370	930	...	...	SSO. 1	0,11	10,8	— 5,4	160
28	731,22	+ 4,40	+13,67	+ 0,92	+ 4,0	+21,0	5,77	—3,16	539	—268	260	870	...	...	SSO. 1	0,00	13,2	— 2,9	159
29	728,12	+ 1,34	+14,67	+ 2,07	+ 7,9	+21,1	6,37	—2,51	563	—246	290	780	...	...	SSO. 1	0,17	—	—	...
30	726,98	+ 0,23	+15,59	+ 3,14	+11,2	+21,2	8,26	—0,56	660	—151	440	850	0,2	1	SSO. 1	0,84	13,3	— 2,6	...

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	727,85	728,12	728,33	727,87	727,30	727,00	726,95	727,38	727,71
2e »	728,34	728,58	728,58	728,02	727,35	726,99	727,04	727,55	727,80
3e »	727,16	727,54	727,73	727,42	727,10	726,93	727,12	727,57	727,83
Mois	727,78	728,08	728,21	727,77	727,25	726,97	727,04	727,50	727,78
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+14,56	+17,69	+20,50	+22,48	+23,15	+22,78	+20,99	+18,67	+16,88
2e »	+12,38	+16,39	+19,29	+21,31	+22,18	+22,22	+20,35	+17,75	+16,58
3e »	+ 7,92	+10,88	+14,46	+15,88	+16,20	+15,45	+13,28	+11,07	+10,39
Mois	+11,62	+14,99	+18,09	+19,89	+20,51	+20,15	+18,21	+15,86	+14,62
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	10,47	11,40	10,83	10,24	10,17	11,03	12,04	12,56	12,03
2e »	9,71	10,57	10,71	10,26	10,21	10,49	11,05	10,96	10,23
3e »	6,11	6,44	5,95	6,35	6,11	6,25	6,64	7,14	7,08
Mois	8,76	9,47	9,16	8,95	8,83	9,26	9,91	10,22	9,78
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	851	754	608	509	475	534	651	774	837
2e »	900	759	642	536	512	528	614	716	721
3e »	774	668	488	485	475	504	601	729	760
Mois	842	727	579	510	487	522	622	740	773

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+13,75	+24,10	0,39	+19,11	0,1	198,9
2e »	+11,52	+23,59	0,29	+19,52	17,6	185,4
3e »	+ 6,73	+17,11	0,42	+13,74	4,7	169,9
Mois	+10,67	+21,63	0,37	+17,39	22,4	185,8

Dans ce mois, l'air a été calme 3,70 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,59 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 48,6 O., et son intensité est égale à 23,3 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE SEPTEMBRE 1872.

Le 5, brouillard le matin et le soir.
6, brouillard le matin.
8, brouillard le matin et le soir.
9, brouillard jusqu'à 6 h. du soir.
10, brouillard le soir.
17, brouillard au milieu de la journée.
19, à 4 h. matin, orage avec éclairs et tonnerres, brouillard et pluie tout le jour.
20, brouillard presque tout le jour; neige le soir et dans la nuit.
21, brouillard le matin.
23, brouillard le matin et le soir.
24, brouillard le soir.
25, brouillard tout le jour.
26, idem, neige à midi.
30, brouillard le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 5 à 10 h. soir	572,77	Le 9 à 6 h. matin	568,17
12 à 10 h. soir	576,45	20 à 10 h. soir	558,19
23 à 6 h. matin	562,86	25 à 6 h. matin	561,95
28 à 10 h. matin	570,61	30 à 6 h. matin	565,54

SAINT-BERNARD. — SEPTEMBRE 1872.

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	567,88	— 0,27	566,06	569,51	+ 4,27	— 0,81	— 1,6	+ 8,6	.....	.....	....	NE. 1	0,02
2	570,27	+ 2,17	569,44	571,20	+ 8,25	+ 3,26	+ 4,8	+11,2	.....	.....	....	SO. 1	0,09
3	571,28	+ 3,24	570,79	571,84	+11,63	+ 6,73	+ 7,4	+15,4	.....	.....	....	SO. 1	0,21
4	571,43	+ 3,45	571,16	571,93	+12,18	+ 7,37	+ 9,7	+15,2	.....	.....	....	SO. 1	0,13
5	572,32	+ 4,40	571,90	572,77	+ 9,86	+ 5,14	+ 6,1	+13,8	.....	.....	....	SO. 1	0,36
6	571,07	+ 3,21	570,38	571,70	+10,37	+ 5,75	+ 7,6	+13,4	.....	.....	....	SO. 1	0,27
7	569,68	+ 1,89	569,40	570,22	+ 9,11	+ 4,59	+ 6,1	+12,1	.....	.....	....	SO. 1	0,28
8	568,65	+ 0,93	568,46	569,00	+ 8,61	+ 4,19	+ 6,8	+11,6	.....	2,7.	....	SO. 1	0,82
9	568,49	+ 0,84	568,17	568,98	+ 7,48	+ 3,16	+ 6,0	+ 9,5	.....	.....	....	NE. 1	0,68
10	569,44	+ 1,86	568,74	570,14	+ 6,69	+ 2,48	+ 5,7	+ 9,2	.....	.....	....	NE. 1	0,69
11	571,88	+ 4,37	569,92	573,72	+ 7,11	+ 3,01	+ 3,2	+10,0	.....	.....	....	NE. 1	0,02
12	575,58	+ 8,14	574,13	576,45	+10,96	+ 6,97	+ 8,3	+14,2	.....	.....	....	NE. 1	0,03
13	575,91	+ 8,54	575,86	576,24	+11,28	+ 7,40	+ 8,7	+14,8	.....	.....	....	NE. 1	0,00
14	572,04	+ 4,74	570,84	573,49	+ 8,79	+ 5,03	+ 7,2	+11,5	.....	.....	....	NE. 1	0,04
15	568,96	+ 1,74	568,48	569,52	+ 7,26	+ 3,62	+ 5,6	+ 9,7	.....	.....	....	NE. 1	0,38
16	567,06	— 0,08	566,87	567,37	+ 5,40	+ 1,88	+ 4,3	+ 8,0	.....	.....	....	NE. 2	0,46
17	566,68	— 0,38	565,98	567,49	+ 7,86	+ 4,46	+ 3,6	+11,1	.....	.....	....	variable	0,60
18	566,79	— 0,19	566,51	567,36	+ 8,74	+ 5,47	+ 5,8	+11,1	.....	.....	....	variable	0,09
19	563,38	— 3,52	562,91	563,96	+ 4,54	+ 1,39	+ 3,2	+ 7,6	.....	17,9.	....	SO. 1	0,87
20	559,32	— 7,50	558,19	560,75	— 0,56	— 3,58	— 2,5	+ 2,4	50	5,6.	....	NE. 1	0,92
21	559,65	— 7,09	558,31	560,93	— 5,67	— 8,56	— 6,0	— 3,5	.....	.....	....	NE. 2	0,66
22	561,82	— 4,83	561,30	562,64	— 2,25	— 5,01	— 5,8	0,0	.....	.....	....	SO. 1	0,14
23	562,40	— 4,16	562,33	562,86	0,00	— 2,63	— 2,3	+ 2,9	.....	.....	....	SO. 1	0,68
24	562,27	— 4,21	562,04	562,54	+ 1,00	— 1,50	— 1,0	+ 4,0	.....	.....	....	SO. 1	0,46
25	562,32	— 4,08	561,95	562,94	+ 0,33	— 2,03	— 1,0	+ 4,0	.....	.....	....	SO. 1	0,81
26	564,94	— 1,37	562,84	567,41	— 6,31	— 8,53	— 8,2	— 4,6	50	5,2.	....	NE. 1	0,88
27	569,81	+ 3,59	567,66	570,54	— 0,09	— 2,17	— 8,6	+ 4,2	.....	.....	....	NE. 1	0,20
28	570,07	+ 3,94	569,73	570,61	+ 5,57	— 3,63	+ 3,0	+ 8,8	.....	.....	....	SO. 1	0,01
29	567,14	+ 1,10	566,65	568,13	+ 4,41	— 2,61	+ 1,4	+ 8,2	.....	.....	....	variable	0,00
30	566,37	+ 0,42	565,54	567,36	+ 1,68	+ 0,02	+ 1,0	+ 4,0	.....	.....	....	NE. 1	0,80

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE SEPTEMBRE 1872.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	569,65	569,95	570,13	570,11	570,01	569,95	570,16	570,42	570,62
2e «	568,70	568,92	569,03	568,92	568,83	568,75	568,70	568,77	568,80
3e «	564,08	564,40	564,65	564,72	564,67	564,73	564,91	565,21	565,32
Mois	567,48	567,76	567,94	567,92	567,84	567,81	567,92	568,13	568,24

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 6,05	+ 8,17	+10,02	+11,24	+11,76	+11,19	+ 9,84	+ 8,75	+ 8,26
2e «	+ 5,72	+ 7,35	+ 9,15	+ 9,46	+ 9,61	+ 8,39	+ 7,32	+ 6,64	+ 6,27
3e «	— 2,03	— 0,53	+ 0,81	+ 2,35	+ 2,42	+ 2,10	+ 0,46	— 0,30	— 0,80
Mois	+ 3,25	+ 5,00	+ 6,66	+ 7,68	+ 7,93	+ 7,23	+ 5,87	+ 5,03	+ 4,58

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	+ 5,86	+12,00	0,35	2,7	—
2e «	+ 4,74	+10,04	0,34	23,5	50
3e «	— 2,75	+ 2,80	0,46	5,2	50
Mois	+ 2,62	+ 8,28	0,39	31,4	100

Dans ce mois, l'air a été calme 19,3 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 1,45 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est N. 45° E., et son intensité est égale à 16,3 sur 100.

* Voir la note du tableau.

PAMPHLET OF EXTRACTS, ETC.

RECUEIL D'EXTRAITS

DU

TREIZIÈME VOLUME DES OBSERVATIONS ASTRONOMIQUES

FAITES

A L'OBSERVATOIRE ROYAL D'ÉDIMBOURG

PAR

M. C.-PIAZZI SMYTH

Astronome royal pour l'Écosse

(Un volume in-4°, Édimbourg, 1871).

M. P. Smyth est fils d'un amiral et astronome anglais fort distingué, auquel on doit, entre autres, plusieurs ouvrages précieux pour les amateurs d'observations de nébuleuses et d'étoiles doubles, et qui est mort, dans sa 78me année, le 9 septembre 1865[1]. L'auteur du volume dont je viens de rapporter le titre est, depuis nombre d'années, directeur de l'observatoire d'Édimbourg, où il a succédé, en 1845, à M. Henderson. Outre les fonctions qu'il y remplit ordinairement, il a accompli deux expéditions scientifiques spéciales. La première a eu lieu, en 1857, sur le pic de Ténériffe, avec un assortiment considérable d'instruments d'astronomie et de physique, dont M. Smyth

[1] Le tome XXVI des *Monthly Notices* de la Société astronomique de Londres renferme (pages 121-129) un intéressant compte rendu de la vie et des travaux de l'amiral Smyth.

a tiré un très-bon parti. La seconde a été effectuée en Égypte, de janvier à avril 1865, dans le but principal d'étudier et de mesurer en grand détail, avec des instruments appropriés, les pyramides de Gyzeh, près du Caire, et surtout la plus grande d'entre elles.

M. Smyth a publié, en 1871, le 13[me] volume des observations astronomiques et météorologiques faites à l'observatoire d'Édimbourg depuis 1860, en y comprenant aussi son étude sur la grande pyramide, et un résumé des observations météorologiques faites en un grand nombre de stations d'Écosse. Ce volume a environ 1150 pages in-4° et est accompagné de 56 planches. L'extrait qui en a paru la même année, et qui ne renferme pas les mêmes détails sur les observations astronomiques faites à Édimbourg, forme un volume in-4° d'environ 280 pages, accompagné de 40 planches. Il se compose de six sections, que je vais passer successivement en revue.

Travaux astronomiques à l'observatoire d'Édimbourg.

La première section de ce volume comprend les catalogues des positions moyennes d'étoiles, en ascension droite et en distance polaire, résultant d'observations méridiennes faites avec l'instrument des passages et le cercle-mural, dans chacune des années 1864 à 1869 inclusivement, ces positions, dans chaque catalogue, étant réduites au 1[er] janvier de l'année à laquelle il se rapporte.

L'observatoire d'Édimbourg, que j'ai visité en 1823, et qui ne paraît pas avoir été dès lors considérablement modifié, est un assez élégant petit bâtiment de style grec, établi sur un roc de trap porphyritique, au haut du coteau de Calton-Hill, situé au nord-est de la ville, entre elle et

le port de Leith, dans une position très-favorable, d'où l'on jouit d'une fort belle vue sur le golfe de Forth et les montagnes de la Haute-Écosse. Sa position géographique est la suivante, d'après une courte notice insérée à la fin du volume et qui en constitue la dernière section.

Latitude boréale : 55°57′23″,2 ; déterminée par des observations faites avec un cercle-mural de 6 pieds de diamètre.

Longitude en temps, à l'ouest de Greenwich, 12^m43^s05; conclue d'observations de passages d'étoiles, à travers une lunette méridienne de 8 pieds de longueur focale, faites à Édimbourg de concert avec celles de Greenwich, et transmises par voie télégraphique.

Altitude du sol de l'observatoire : 348,6 pieds anglais au-dessus du niveau moyen de la mer, dans le Firth of Forth, près de Leith.

La déclinaison occidentale de l'aiguille aimantée y était d'environ 22°46′ en octobre 1871.

Le personnel de l'observatoire se compose d'un directeur, professant l'astronomie dans l'université, et de deux adjoints ; mais le bâtiment ne contient pas de logement pour l'astronome.

Les catalogues que je viens de mentionner donnent en totalité les positions d'environ 11000 étoiles en ascension droite et 6000 en distance polaire.

L'observatoire doit être bientôt pourvu d'un équatorial à réflexion, construit par M. Howard Grubb de Dublin, ayant une grande ouverture et une courte distance focale.

Études sur la grande pyramide d'Égypte.

La seconde section du volume contient, en 118 pages :

1° l'énumération successive et tous les détails des mesures linéaires, géométriques et astronomiques effectuées par M. Smyth sur cette grande pyramide, ainsi que les observations de température qu'il y a faites; 2° la mesure et les photographies des huit autres pyramides du coteau de Gyseh, près du Caire, qu'il écrit *Jeezeh*, et des notices sur divers travaux antérieurs relatifs à la grande pyramide; 3° des directions pour déterminer ses anciennes dimensions, d'après les mesures modernes. Les planches relatives à cette seconde section sont au nombre de 36.

Ces indications donnent déjà un aperçu de l'énorme travail accompli par M. Smyth sur ce grand monument de l'antiquité la plus reculée, et je ne pourrais entrer ici dans le détail des mesures et de la description qu'il en donne. L'auteur avait publié, en 1867, un ouvrage spécial sur ce sujet, en 3 volumes, ayant pour titre: *Life and Work at the great Pyramid;* et il a paru aussi un mémoire sur le même sujet, dans les numéros de janvier et d'avril 1871 du *Quarterly Journal of Science*, publié à Londres sous la direction de M. William Crookes.

Voici les conclusions scientifiques principales qu'on peut, ce me semble, tirer de cette étude approfondie et consciencieuse, d'après le volume que j'analyse et le mémoire que je viens de citer.

La grande pyramide a été établie sur le roc, au haut d'un petit coteau, à la latitude boréale de 29°59'. Elle est à base quadrangulaire; la moyenne de chacun des quatre côtés de cette base avait une longueur d'environ 9160 pouces anglais, soit 232 mètres; mais cette longueur n'est plus maintenant que de 8950 pouces.

La hauteur verticale de la pyramide devait être d'environ 5825 pouces, soit 148 mètres; c'est-à-dire un peu

plus grande que celle de la flèche de la cathédrale de Strasbourg (l'édifice le plus élevé de l'ère chrétienne) qui est de 142 mètres.

L'angle que chacune des faces de la grande pyramide fait avec le plan de l'horizon est de 51°51'.

Toutes les pyramides ont un passage descendant, à partir de l'entrée, jusqu'à une chambre où se trouve un monument tumulaire. La grande est la seule où il y ait de plus un passage montant, et d'autres chambres dans la partie supérieure du monument, qui ont été reconnus et décrits par M. Smyth. Ces parties intérieures et creuses ont leur entourage de granit, tandis que toute la maçonnerie extérieure est de pierre calcaire nummulitique, qui résiste encore mieux que le granit aux effets destructeurs du soleil et de l'air atmosphérique.

M. Smyth a remarqué que la grande pyramide se trouve placée au centre de toute la surface terrestre de notre globe. Il s'est occupé des relations que ses dimensions pouvaient avoir avec certains éléments astronomiques. M. W. Petrie avait déjà reconnu qu'en prenant pour rayon la hauteur verticale de la pyramide, et la multipliant par le chiffre 10 élevé à la neuvième puissance, on obtenait la valeur approximative de la moyenne distance du Soleil à la Terre. D'après M. John Taylor, cette même hauteur verticale serait le rayon d'un cercle, dont la circonférence serait représentée par la longueur des quatre côtés de la base.

Il existe dans la chambre de la pyramide, dite de la Reine, un massif remarquable d'architecture, dont la longueur, de 25,025 pouces anglais, est exactement, d'après le célèbre Newton, celle de la coudée sacrée, placée par Moïse devant les enfants d'Israël. Or, en divisant la lon-

gueur primitive d'un côté de la pyramide par cette coudée, on obtient le nombre des jours de l'année.

Il y a environ cinquante ans que des officiers de marine, en descendant de nuit dans l'unique passage d'entrée existant au nord de la pyramide, presque dans le plan du méridien (son azimut étant de 5′ vers l'ouest), y aperçurent l'étoile polaire, en se retournant du côté de l'entrée du dit passage, incliné à l'horizon de 26°27′. A l'époque présumée de la construction de la pyramide, il y a environ 4000 ans, α de la petite Ourse n'était pas très-rapprochée du pôle nord, mais α du Dragon n'en était distante alors que de 3°42′. En prenant cette étoile à son passage inférieur au méridien de la pyramide, cela correspondrait à l'an 2170 avant l'ère chrétienne, tandis que s'il s'agissait du passage supérieur, céla tomberait vers l'an 3400 avant notre ère.

M. Smyth a constaté qu'à la première époque, le groupe des Pléiades passait au méridien, le 22 septembre à minuit, en même temps que α du Dragon. Il est disposé à admettre que la grande pyramide a été édifiée il y a environ 4040 ans.

Il évalue son poids total à environ 5,273,000 tonnes; et ce poids est à celui de notre globe terrestre, comme 1 est à 10 élevé à la 15me puissance.

Il existe dans la dernière chambre de la grande pyramide, dite chambre du Roi, revêtue en granit, une espèce de coffre rectangulaire de granit rouge, dont le contenu correspond, d'après John Taylor, à la mesure *laver* ou *chomer* des Hébreux, et dont la hauteur est à la longueur des deux côtés de la base comme 1 est à 3,141, c'est-à-dire dans le rapport du diamètre à la circonférence du cercle. Les Égyptologues ont regardé ce coffre comme

étant le sarcophage du roi Chéops; mais pourquoi ne s'y trouve-t-il alors aucune sculpture, peinture ou écriture, exposant le nom, les titres et la gloire du défunt, comme cela a lieu généralement pour les sarcophages égyptiens de grands personnages? M. Smyth a constaté que ce coffre avait précisément la même contenance cubique que l'*arche d'alliance* de Moïse. Il croit que l'architecte primitif de la pyramide a eu des connaissances spéciales, en rapport avec une révélation, et qui ont précédé l'invasion de l'idolatrie en Égypte.

Je dois me borner à cette courte exposition du travail considérable de M. Smyth sur la grande pyramide, et des intéressantes déductions qu'il en a tirées, ne me sentant, d'ailleurs, point qualifié pour les discuter et les juger.

Observations météorologiques en Égypte.

M. Smyth avait apporté un baromètre arénoïde de T. Cooke et fils, bien comparé, et divers thermomètres de Casella et de Ayrstron-Fastré. Sa station était une ancienne tombe, creusée sur le flanc nord-est du coteau des pyramides, à environ 133 pieds anglais au-dessus du niveau de la mer, par 29°58′45″ de latitude boréale, et environ 2^h5^m de longitude en temps à l'est de Greenwich.

Le journal météorologique des observations faites dans cette station, du 14 janvier au 28 avril 1865, comprend celles du baromètre, des thermomètres à boule sèche *maximum* et *minimum*, et de celui à boule humide, de l'état du ciel et du vent, pendant un assez grand nombre d'heures de chaque journée, ordinairement depuis 6 ou 7 heures du matin jusqu'à 9 heures du soir.

M. Smyth en a déduit les valeurs moyennes suivantes de la marche des instruments dans les 24 heures, en

ayant évalué par interpolation celles du milieu de la nuit, et en les comparant à celles observées en Écosse à la même époque.

		Pouces anglais
Hauteur moyenne du baromètre	. . . . . .	30,18
»	*maximum*, de 7 à 10 h. du matin.	30,23
»	*minimum*, de 3 à 5 h. du soir. . .	30,11
»	*maximum*, de 9 à 11 h. du soir. .	30,19

La hauteur barométrique absolue n'est qu'approximative. La plus grande a été de 30p,5 en avril, et la plus petite de 29p,69 en février.

Pendant la même période de temps, la moyenne des observations faites en Écosse dans 55 stations, à la latitude moyenne de 56°30′, a donné pour le *maximum* de hauteur barométrique réduite au niveau de la mer 30p,66 en février, et le *minimum* 28p,55 en janvier.

La moyenne des températures observées sur le coteau des pyramides, de janvier à avril 1865, a été de 63°,4 de l'échelle Fahrenheit, soit de 17°,4 centigrades. Le *maximum* a été de 21°,4 centigrades à 3 heures de l'après-midi, et le *minimum* de 12°,9 à 5 heures du matin.

Dans le même intervalle de temps, la température moyenne des stations écossaises n'a été que de + 2° cent.: le *maximum* absolu a été de 25° et le *minimum* de — 20°.

Dix observations de la température des puits faites au Caire par M. Smyth, en décembre et janvier 1865, lui ont donné pour résultat 69°,9 F. soit 21° C. Cinq années d'observations à l'air libre, faites dans la même ville par un savant autrichien, donnent la même valeur à un 20me de degré près. Treize observations de la température des puits voisins des pyramides ont donné à M. Smyth pour

résultat 20°,3. Il paraîtrait donc que la partie cultivée et habitée de la vallée du Nil, près du Caire, est un peu plus chaude que le désert de Lybie environnant. Les mois d'hiver ont cependant, près des pyramides, une température plus élevée, mais elle doit être moindre en été. Celle de juillet au Caire est de 28°,7.

Quant à l'humidité relative, en désignant par 100 le point de saturation de l'air, elle a été, en moyenne, de 54 dans les quatre mois d'observations près des pyramides; son *maximum* étant de 65 vers 5 heures du matin, et son *minimum* de 41 entre 3 et 5 heures de l'après-midi. La plus grande, dans toute la période, a été de 92 en janvier, et la plus petite de 12 en mars.

L'humidité moyenne en Écosse, dans le même intervalle de temps a été de 86; sa valeur a été de 84 dans les quatre mois les plus chauds de la même année, par une température moyenne de 14°,1 C.

La pluie a été presque nulle en Égypte pendant le séjour de M. Smyth; il n'en est tombé que quelques gouttes en un seul jour de chacun des trois premiers mois d'observations, tandis qu'on en a mesuré 9,63 pouces en Écosse dans les quatre mois.

Le plus fort orage que M. Smyth ait observé aux pyramides a été celui du 3 février, pendant lequel il n'y est pas tombé une goutte de pluie (tandis qu'il y en a eu, du 3 au 4, plus de 2 pouces à Jérusalem, d'après le D[r] Chaplin), mais il y a eu une baisse successive du baromètre de près d'un demi-pouce en quatre jours, suivie d'une hausse à peu près égale et de même durée. Le ciel était couvert, et il régnait un vent du sud, du sud-ouest, puis de l'ouest, obscurcissant l'air par le sable qu'il entraînait avec lui. Le centre de la dépression barométrique a eu

lieu probablement à l'est de la Sicile, et l'orage s'est propagé à l'est avec une vitesse d'environ 40 milles anglais à l'heure.

L'effet calorifique d'un soleil presque constant pendant le jour en Égypte est très-considérable dans certaines localités peu exposées au vent, mais il l'est beaucoup moins dans le désert en rase campagne, et M. Smyth a trouvé alors quelquefois, à cause du vent, peu de différence entre la température au soleil et celle à l'ombre.

Observations spectroscopiques.

La 3[me] section du volume qui nous occupe contient un petit mémoire de M. Smyth sur quelques observations spectroscopiques, relatives à la lumière zodiacale, à l'aurore boréale, au crépuscule, à la couronne dans les éclipses totales de soleil et aux flammes de diverses substances chimiques. Il y estimait déjà que le spectre de la lumière zodiacale n'est pas le même que celui de l'aurore boréale, contrairement à ce qui avait été avancé par quelques autres observateurs; mais il pensait que de nouvelles observations étaient nécessaires pour décider la question. Un séjour qu'il a fait à Palerme le printemps dernier lui en a fourni une occasion favorable. Il a observé, en avril 1872, la lumière zodiacale avec un spectroscope, à l'observatoire de cette ville, de concert avec MM. les astronomes Cacciatore et Tacchini, et a adressé les résultats des ses observations à la Société astronomique de Londres, dans un petit mémoire, publié dans le numéro de juin 1872 des *Monthly Notices* de cette société, et accompagné d'une planche. M. Smyth a constaté ainsi que la lumière zodiacale présente, à travers le spectroscope, un très-faible disque continu, ce qui indique une origine solaire et cos-

mique, tandis que l'aurore boréale a un spectre monochromatique. La phosphorescence en mer lui a présenté un court spectre continu, plus réfrangible que celui de la lumière zodiacale.

Météorologie écossaise.

Il y a déjà longtemps qu'on fait en Écosse des observations météorologiques, mais c'est seulement depuis 1856 qu'il s'y est fondé une société spéciale pour ce genre d'observations, présidée par le marquis de Tweeddale, et dont le premier secrétaire, le Dr James Stark, en organisa dans 53 stations, où elles se faisaient à 9 heures du matin et à 9 heures du soir. En septembre 1858, le gouvernement britannique demanda à l'astronome royal d'Écosse de se charger de déduire de ces observations leurs résultats, pour chacune de ces stations, ainsi que pour leur ensemble, et de les publier dans le *Registrar-general* des naissances, des morts et des mariages en Écosse, comme cela se fait depuis longtemps à l'observatoire de Greenwich pour l'Angleterre. Ce travail considérable, comprenant, chaque année, un dépouillement de plus de 41000 observations, a été exécuté dès lors par M. Smyth et par ses deux adjoints. Les éléments météorologiques relatifs à six villes d'Écosse ont paru chaque mois dans le *Registrar*, et ceux relatifs à 56 stations de ville et de campagne y ont été publiés tous les trois mois.

La partie du *Pamphlet* qui s'y rapporte contient d'abord l'énumération des stations et des observateurs, soit en décembre 1858, soit en juin 1871. On y trouve relatées la hauteur, la latitude et la longitude de chaque station, depuis les îles Shetland, par 60° de latitude, jusqu'au midi de l'Écosse par 55°, et il y a des observateurs de posi-

tions sociales diverses, depuis les officiers et les ingénieurs, jusqu'aux maîtres d'écoles et aux jardiniers. On y trouve ensuite des tableaux des résultats moyens des observations, par mois et par années successives, de 1856 à 1871, soit pour les stations des villes, soit pour l'ensemble des 55 stations. Je vais extraire quelques données numériques d'un tableau final, contenant un résumé mensuel et annuel des éléments météorologiques de l'Écosse, résultant de plus de 7 millions d'observations, comprises entre 1856 et 1870.

1° *Pression barométrique*, en pouces anglais, réduite au niveau de la mer :

Moyenne annuelle.	29p,846
Maximum mensuel moyen en mai. .	29,918
Minimum mensuel moyen en janvier.	29,723
Amplitude mensuelle moyenne . . .	1,278

2° *Températures*, réduites en degrés centigrades:

a) Observations à l'ombre:

Moyenne annuelle.	8°,0
Maximum moyen en juillet . .	14,05
Minimum moyen en janvier. . .	2,72
Amplitude diurne moyenne . . .	6,78
» *maximum* en mai. . .	8,4
» *minimum* en janvier .	4,8

b) Thermomètre à boule noire exposé au soleil:

Moyenne annuelle	11°,55
Maximum moyen en juillet. . .	19,66
Minimum moyen en janvier. . .	3,89
Maximum absolu en juillet . . .	32,22
Amplitude diurne moyenne . . .	19,3
» *maximum* en juin. . .	25,4
» *minimum* en décembre.	10,55

3° *Humidité* moyenne . . . . 85°
Maximum moyen en décembre . 89
Minimum moyen en mai 80

4° La quantité moyenne annuelle d'eau de pluie et de neige est de 37,96 pouces anglais, qui tombent en 175 jours.

La moyenne mensuelle est de 3p,15 tombant en 15 jours;
Le *maximum* mensuel est en déc. de 4p,15 en 16 »
Le *minimum* mensuel est en mai de 2,23 en 13 »

On a tenu compte, dans les observations écossaises, du nombre d'heures où le soleil a lui sans nuages dans chaque mois. Ce nombre est en moyenne de 141 heures; il est de 223 heures en juin, et de 61 heures en décembre.

On a évalué aussi la partie du ciel couverte de nuages. En désignant par 10 un ciel tout couvert, la moyenne mensuelle est de 6,4. Cet élément varie seulement entre 6,2 en avril et juin, et 6,7 en décembre et janvier.

Grand orage d'octobre 1860.

Un terrible orage a eu lieu le 3 octobre 1860 dans le nord de l'Écosse, de grand matin, pendant quelques heures, et y a causé de fort grands ravages, soit sur terre, soit sur mer, et, en particulier, la perte totale, avec tout son équipage et ses passagers, d'un superbe bateau à vapeur faisant le trajet d'Édimbourg à Cronstadt. M. Smyth ayant reçu de divers côtés la demande d'un compte rendu sur cet ouragan, d'une violence si rare dans ces parages, a exécuté un long travail d'enquête scientifique sur ce sujet, et en a exposé les détails et les conclusions dans un mémoire, qui forme la 5me section du texte du volume que j'analyse ici.

D'après les documents très-nombreux recueillis par M. Smyth, on peut assimiler cet orage à un cyclone, partant du nord-ouest, et se dirigeant à l'est et au nord-est, dans une étendue de près de 700 milles, avec un violent mugissement, et avec une vitesse d'environ 40 milles nautiques par heure, au point de sa plus grande force.

On voit par l'analyse précédente, que le volume récemment publié par M. Piazzi Smyth est très-varié dans les sujets qui y sont traités. Il est le résultat de travaux considérables, dont on est heureux de voir les matériaux ainsi recueillis, dans une collection scientifique à la portée des astronomes, des antiquaires et des physiciens.

Alfred GAUTIER.

DÉTERMINATION

DES POIDS SPÉCIFIQUES ET DES VOLUMES MOLÉCULAIRES

DE DIVERS SELS

PAR

M. H. TOPSOE

	Système cristallin	Poids spécifique	Poids moléculaire	Vol. moléculaire
$SiFl^4,2AmFl$	Régulier	1,970	178	90,0
$SnFl^4,2AmFl$ *.	Hexagonal	2,887	268	92,8
$ZrFl^4,2KFl$	Rhombique	3,582	282	78,7
$PdCl^4,2AmCl$	Régulier	2,418	355,6	147,1
$PdCl^4,2KCl$ **	»	2,739	397,8	145,3
$PtCl^4,2AmCl$	»	3,065	446,4	145,6
$SnBr^4,2AmBr$	»	3,505	634	180,9
$SnBr^4,2KBr$	»	3,783	676,2	178,7
$PtBr^4,2AmBr$	»	4,200	713,4	169,9
$PtBr^4,2KBr$	»	4,541	755,6	166,4
$PtJ^4,2AmJ$	»	4,610	995,4	216,0
$PtJ^4,2KJ$	»	5,031	1037,6	206,2
$PtBr^4,PbBr^2$	?	6,025	884,4	146.8
$TaFl^5,2KFl$*.	Rhombique	4,056	393,2	96,9
$NbOFl^3,2KFl+H^2O$ * . .	Monoclinoédrique	2,813	301,2	107,1
$TiFl^4,2KFl+H^2O$ * . . .	»	2,992	260,2	87,0
$SnFl^4,2KFl+H^2O$ * . . .	Rhombique	3,053	328,2	107,5

* Les observations marquées de ce signe ont été faites sur des sels que je dois à la bienveillance de M. Marignac.

** Les valeurs citées ci-dessus sont obtenues avec le sel précipité ; des cristaux obtenus par solution du précipité m'ont donné la valeur 2,806.

	Système cristallin	Poids spécifique	Poids moléculaire	Vol. moléculaire
$SiFl^4,2LiFl^2+2H^2O$ . . .	Monoclinoédrique	2,244	192	85,6
$SiFl^4,CaFl^2+2H^2O$ . . .	»	2,254	218	96,7
$PtCl^4,PbCl^2+3H^2O$ . . .	?	3,681	671,4	182,4
$PtCl^4,BaCl^2+4H^2O$ . . .	Monoclinoédrique	2,868	619,4	216,0
$SiFl^4,CuFl^2+4H^2O$ . . .	»	2,535	277,4	109,4
$TiFl^4,CuFl^2+4H^2O$ * . .	»	2,529	299,4	118,4
$NbOFl^3,CuFl^2+4H^2O$ * .	»	2,750	340,4	123,8
$PtCl^4,2NaCl+6H^2O$ . . .	Triclinoédrique	2,500	564,4	226,0
$PtBr^4,2NaBr+6H^2O$ . .	»	3,323	831,4	250,2
$PtJ^4,2NaJ+6H^2O$	?	3,707	1113,4	300,4
$SiFl^4,MgFl^2+6H^2O$ . . .	Hexagonal	1,761	274	155,6
$SiFl^4,MnFl^2+6H^2O$ . . .	»	1,858	305,0	164,6
$SiFl^4,NiFl^2+6H^2O$. . . .	»	2,109	308,8	146,4
$SiFl^4,CoFl^2+6H^2O$ . . .	»	2,067	308,8	149,2
$SiFl^4,CuFl^2+6H^2O$ . . .	»	2,207	313,4	143,4
$SiFl^4,ZnFl^2+6H^2O$ . . .	»	2,104	315,2	149,5
$ZrFl^4,NiFl^2+6H^2O$*. . .	»	2,227	370,4	166,3
$ZrFl^4,ZnFl^2+6H^2O$*. . .	»	2,255	376,8	167,1
$SnFl^4,MnFl^2+6H^2O$ *. .	»	2,307	395	171,2
$SnFl^4,CoFl^2+6H^2O$ * . .	»	2,604	452	173,6
$PdCl^4MgCl^2+6H^2O$ . . .	»	2,124	451,5	212,5
$PdCl^4,NiCl^2+6H^2O$ . . .	»	2,353	486,4	207,3
$PdCl^4,ZnCl^2+6H^2O$ . . .	»	2,359	492,8	208,9
$PtCl^4,MgCl^2+6H^2O$ . . .	»	2,437	542,4	222,5
$PtCl^4,MnCl^2+6H^2O$ . . .	»	2,692	573,4	213,0
$PtCl^4,FeCl^2+6H^2O$ . . .	»	2,714	574,4	211,3
$PtCl^4,NiCl^2+6H^2O$. . . .	»	2,798	577,2	206,3
$PtCl^4,CuCl^2+6H^2O$ . . .	»	2,734	581,8	212,8
$PtCl^4,CdCl^2+6H^2O$ . . .	»	2,882	630,4	218,7

* Cristaux préparés par M. Marignac.

	Système cristallin	Poids spécifique	Poids moléculaire	Vol. moléculaire
$PtBr^4,NiBr^2+6H^2O$ . . .	Hexagonal	3,715	844.2	227,2
PtJ^4,NiJ^2+6H^2O	»	3,976	1126,2	283,2
PtJ^4,MgJ^2+9H^2O	»	3,458	1045,4	302,3
PtJ^4,MnJ^2+9H^2O	»	3,604	1176,4	326,4
PtJ^4,FeJ^2+9H^2O.	»	3,455 ?	1177,4	340,8
PtJ^4,NiJ^2+9H^2O.	»	3.549	1180,2	332,5
PtJ^4,CoJ^2+9H^2O.	»	3,618	1180,2	326.2
PtJ^4,ZnJ^2+9H^2O.	»	3,689	1186,2	321,7
$PtBr^4,SrBr^2+10H^2O$ . .	?	2,923	944,7	323,2
$PtBr^4,BaBr^2+10H^2O$ . .	?	3,713	994,4	267,8
$PtCl^4,MgCl^2+12H^2O$ . .	Hexagonal	2,060	650,4	315,3
$PtCl^4,MnCl^2+12H^2O$ . .	»	2,112	681,4	322,6
$PtBr^4,MgBr^2+12H^2O$ . .	»	2,802	917,4	327,4
$PtBr^4,MnBr^2+12H^2O$ . .	»	2,759	948,4	343,7
$PtBr^4,CoBr^2+12H^2O$ . .	»	2,762	952.2	344,6
$PtBr^4,ZnBr^2+12H^2O$ . .	»	2,877	958,2	333,4
$PtBr^4,CoBr^2+12H^2O$ . .	?	2,634	933,4	354,4
PtJ^4,CoJ^2+12H^2O	Hexagonal	3,048	1215,4	408,1
MnK^3Cy^6.	Monoclinoédrique	1,821	328,3	180,3
CoK^3Cy^6	»	1,913	332,3	173,7
$FeAm^4Cy^6,2AmCl+3H^2O$	Hexagonal	1,490	445,0	298,6
$(\frac{1}{2}Ba\frac{1}{2}Cd)Cl^2+2H^2O$. . .	Triclinoédrique	2,968	231,5	78,0
$(\frac{1}{2}Ba\frac{1}{2}Cd)Br^2+2H^2O$ . .	»	3,687	320,5	86,9
$NiBr^2,6NH^3$	Régulier	1,837	320,8	174,6
$NiJ^2,6NH^3$	»	2,101	414,4	197,1
$CdCl^2,2NH^3$	Régulier	2,632	217	82,5
$CdBr^2,2NH^3$	»	3,366	306	90,9
SeO^3H^2.	Monoclinoédrique (?)	3,123	129	41,3

	Système cristallin	Poids spécifique	Poids moléculaire	Vol. moléculaire
Na^2SeO^4	Rhombique	3,098	189,4	61,1
$\frac{1}{2}K\frac{1}{2}NaSeO^4$	Hexagonal	3,095	213,5	69,0
$AmHSeO^4$	Rhombique	2,409	162,4	67,4
Am^2SeO^4.	Monoclinoédrique	2,162	179,4	83,0
K^2SeO^4.	Rhombique	3,050	221,6	72,6
$Li^2SeO^4+H^2O$	Monoclinoédrique	2,439	175,4	71,9
$CaSeO^4+2H^2O$	Monoclinoédrique	2,676	219,4	82,0
$MnSeO^4+2H^2O$	Rhombique	2,949	234,4	79,5
$CdSeO^4+2H^2O$	»	3,632	291,4	80,2
$MnSeO^4+5H^2O$	Triclinoédrique	2,334	288,4	123,6
$CoSeO^4+5H^2O$	»	2,512	292,2	116,3
$CuSeO^4+5H^2O$	»	2,559	296,8	116,0
$ZnSeO^4+5H^2O$	»	2,591	298,6	115,3
$MgSeO^4+6H^2O$	Monoclinoédrique	1,928	275,4	142,8
$CoSeO^4+6H^2O$	»	2,179	310,2	142,6
$NiSO^4+6H^2O$	»	2,042	262,8	128,7
$NiSO^4+6H^2O$	Tetragonal	2,074	262,8	126,7
$NiSeO^4+6H^2O$.	»	2,314	310,2	134,1
$ZnSeO^4+6H^2O$	»	2,325	316,6	136,2
$FeSeO^4+7H^2O$	Monoclinoédrique	2,073	325,4	157,0
$CoSeO^4+7H^2O$	»	2,135	328,2	153,7
$BeSO^4+4H^2O$	Tetragonal	1,725	177,4	102,8
$BeSeO^4+4H^2O$	Rhombique	2,029	224,4	110,6
$MnSO^4+4H^2O$.	Monoclinoédrique	2,261	223	98,6
$Na^2SeO^4+10H^2O$	Monoclinoédrique	1,584	369,4	232,4
$Ag^2SeO^4+4NH^3$.		2,854	427,4	149,8
$Ag^2CrO^4,4NH^3$.		2,717	400,2	147,3

	Système cristallin	Poids spécifique	Poids moléculaire	Vol. moléculaire
$MnSeO^4,K^2SeO^4+2H^2O$.	Triclinoédrique	3,070	456,0	148,5
$ZnSeO^4,K^2SeO^4+2H^2O$.	»	3,210	466,2	145,1
$CdSeO^4,Am^2SeO^4+2H^2O$	»	2,897	470,8	162,5
$CdSeO^4,K^2SeO^4+2H^2O$.	»	3,376	513,0	152,0
$MgSeO^4,Am^2SeO^4+6H^2O$	Monoclinoédrique	2,035	454,8	223,5
$MnSeO^4,Am^2SeO^4+6H^2O$	»	2,093	485,8	232,1
$FeSeO^4,Am^2SeO^4+6H^2O$.	»	2,160	486,8	225,4
$NiSeO^4,Am^2SeO^4+6H^2O$.	»	2,228	489,6	219,7
$CoSeO^4,Am^2SeO^4+6H^2O$	»	2,212	489,6	221,3
$CuSeO^4,Am^2SeO^4+6H^2O$	»	2,221	494,2	222,5
$ZnSeO^4,Am^2SeO^4+6H^2O$.	»	2,200	496,0	225,5
$CdSeO^4,Am^2SeO^4+6H^2O$	»	2,307	542,8	235,3
$MgSeO^4,K^2SeO^4+6H^2O$.	»	2,336	497,0	212,3
$NiSeO^4,K^2SeO^4+6H^2O$ . .	»	2,539	531,8	209,5
$CoSeO^4,K^2SeO^4+6H^2O$ . .	»	2,514	531,8	211,5
$CuSeO^4,K^2SeO^4+6H^2O$ . .	»	2,527	536,4	212,3
$ZnSeO^4,K^2SeO^4+6H^2O$ . .	»	2,538	538,2	212,0
$Fe^2 3SO^4,K^2SO^4+24H^2O$.	Régulier	1,831	1006,2	549,6
$Fe^2 3SO^4,Am^2SO^4+24H^2O$	»	1,719	964	560,8
$K^2S^2O^6$	Hexagonal	2,277	238,2	104,6
$Am^2S^2O^6$	?	1,704	196	115,0
$Na^2S^2O^6+2H^2O$	Rhombique	2,189	242	110,6
$Li^2S^2O^6+2H^2O$	»	2,158	210	97,3
$Ag^2S^2O^6+2H^2O$	»	3,605	412	114,3
$CaS^2O^6+4H^2O$.	Hexagonal	2,180	272	124,7
$SrS^2O^6+4H^2O$.	»	2,373	319,6	134,7
$PbS^2O^6+4H^2O$.	»	3,245	439	135,3
$BaS^2O^6+4H^2O$.	Monoclinoédrique	3,142	369	117,7
$MgS^2O^6+6H^2O$	Triclinoédrique	1,666	292	175,3
$MnS^2O^6+6N^2O$	»	1,757	323	179,7
$NiS^2O^6+6H^2O$.	»	1,908	327	171,4
$ZnS^2O^6+6H^2O$	»	1,915	333	173,9

	Système cristallin	Poids spécifique	Poids moléculaire	Vol. moléculaire
$CdS^2O^6+6H^2O$	Triclinoédrique	2,272	380	167,2
$FeS^2O^6+7H^2O$.	»	1,875	342	182,4
$CoS^2O^6+8H^2O$.	»	1,815	363	200
$KBrO^3$	Hexagonal	3,218	167,5	52,1
$AgClO^3$.	Tetragonal	4,439	191,5	43,1
$PbCl^2O^6+H^2O$.	Monoclinoédrique	3,989	392	98,3
$CaBr^2O^6+H^2O$.	»	3,329	314	94,3
$SrBr^2O^6+H^2O$.	»	3,773	361,6	95,8
$BaBr^2O^6+H^2O$.	»	3,820	411	107,6
$PbBr^2O^6+H^2O$.	»	4,950	481	97,2
$CdBr^2O^6+2H^2O$.	Rhombique	3,758	404	107,5
$Hg^2Cl^2O^7+H^2O$	Rhombique	5,151	601	116,7
$Hg^2Br^2O^7+H^2O$.	»	5,815	690	118,7
$MgBr^2O^6+6H^2O$	Régulier	2,289	388	169,5
$NiBr^2O^6+6H^2O$.	»	2,575	423	164,3
$CuBr^2O^6+6H^2O$.	»	2,583	427,4	165,5
$ZnBr^2O^6+6H^2O$.	»	2,566	429	167,2
KH^2AsO^4.	Tetragonal	2,862	180,1	62,9
AmH^2AsO^4.	»	2,308	159	68,9
$2(SbOAmC^4H^4O^6)+H^2O$	Rhombique	2,324	626	269,3

SUR LA

TRANSPARENCE DES IMAGES DOUBLES

PAR

M. Joseph LE CONTE

Professeur de Géologie et d'Histoire naturelle à l'Université de Californie.

Par suite de je ne sais quelle circonstance, le numéro des *Archives* du mois de janvier contenant la réponse de M. Pictet à mes critiques ne m'est parvenu qu'au mois de juin, d'autres engagements pressants et une absence prolongée de la ville m'avaient empêché jusqu'à présent de m'en occuper. Je n'écris pas du reste ces lignes aujourd'hui pour répondre à M. Pictet. Mes vues ont été déjà suffisamment exposées et les faits qu'il a avancés en dernier lieu n'apportent, à mon avis, aucune lumière nouvelle sur le sujet. Je remarquerai seulement en passant qu'il a tort en supposant [1] que mon interprétation de l'expérience avec la pièce de monnaie provient de ce que j'ai fait l'expérience *sans écran*. J'ai eu toute ma vie l'habitude de faire des observations de ce genre *avec* et *sans écran*. Je n'ai pas négligé néanmoins de répéter toutes ses expériences avant d'écrire ma critique. Il est donc inutile de dire que mes idées n'ont pas changé.

Mon seul but en reprenant cette question est d'expliquer un phénomène mentionné par M. Pictet et qui pourrait sembler à première vue une objection réelle à mes idées sur *la cause de la transparence des images doubles*. J'ai établi dans mon précédent article [2] que si on tient un écran

[1] Voyez *Archives*, tome XLIII, page 73.
[2] Voyez *Archives*, tome XLII, page 404.

plus grand que l'espace interoculaire devant les yeux pendant qu'on regarde la paroi, les deux images de l'écran empiéteront l'une sur l'autre formant une portion médiane opaque avec des bords transparents à droite et à gauche: la portion médiane étant opaque parce qu'elle couvre une partie de la paroi qui est cachée aux deux yeux, tandis que les bords sont transparents parce que chacun d'eux couvre une partie de la paroi qui est cachée à un œil seulement, mais pas à l'observateur binoculaire. Maintenant M. Pictet observe avec beaucoup de raison que dans certaines conditions *l'écran tout entier peut paraître transparent,* même s'il est plus large que l'espace interoculaire, et, par conséquent, *même s'il cache aux deux yeux une partie de la paroi.* « Il suffit pour cela de parvenir à faire volontairement diverger les axes optiques. Si on fait diverger de plus en plus les axes optiques, l'écran paraîtra transparent dans son entier au moment où les deux axes optiques arriveront à être tangents aux deux bords opposés de l'écran. » Et je peux ajouter que c'est vrai, que la transparence des images doubles est complète quand, par la *convergence,* les axes optiques deviennent tangents aux bords de l'écran.

Ces faits m'étaient bien connus. Je ne les avais pas mentionnés parce que les phénomènes de la vision binoculaire sont si difficiles à expliquer aux personnes qui n'ont pas la pratique d'expériences de ce genre qu'il vaut mieux en démontrer les principes au moyen d'exemples simples. Quand on regarde la paroi, l'écran seul est doublé : *on voit la paroi unique et dans sa vraie position.* Mais quand on fait diverger ou converger les axes optiques, le résultat est compliqué par le fait *que, non-seulement les images de l'écran, mais aussi celles*

de la paroi, changent de place et se doublent. De cette manière *l'image de l'œil droit de l'écran peut être transportée sur l'image de l'œil gauche d'une partie même éloignée de la paroi.* Dans ces conditions l'image de l'écran paraîtra naturellement transparente en entier.

Par exemple : Je tiens maintenant un livre entre mes yeux et la paroi opposée de la chambre. A 10 pieds environ à gauche de la portion de la paroi cachée par le livre est une fenêtre ouverte. En louchant fortement je fais tourner homonymiquement les champs visuels jusqu'à ce que l'image de l'œil gauche du livre coïncide avec l'image de l'œil droit de la fenêtre. A ce moment l'œil droit est nécessairement tourné vers la fenêtre ouverte et l'œil gauche vers le livre ; les images *rétiniennes* de ces objets sont sur les *points correspondants,* c'est-à-dire sur la *foramina centralia,* et, par conséquent, les images *externes coïncident.* Naturellement le livre me paraît *transparent* parce que je vois avec mon œil droit des objets par la fenêtre, malgré l'image du livre qui les couvre. La seule condition sous laquelle les images doubles sont toujours transparentes est celle-ci : *la place couverte par l'image appartenant à un des yeux doit être visible pour l'autre œil.* Dans le cas de l'écran plus large que l'espace interoculaire, il y a toujours en réalité une portion de la paroi cachée pour les deux yeux, mais en faisant diverger ou converger fortement les axes optiques, *ce n'est pas sur cette portion-là que tombe l'image de l'écran,* mais sur quelque autre portion visible et peut-être éloignée.

Pour rendre la chose plus claire, je prendrai encore un autre exemple, et cette fois de divergence optique. Il y a un tableau pendu contre la paroi la plus éloignée de ma chambre. Je tiens maintenant un écran large de quatre

pouces environ entre mes yeux et le tableau pendant que je le regarde. Les images doubles de l'écran empiètent l'une sur l'autre formant une portion médiane opaque avec des bords transparents. Le milieu du tableau est caché par la portion opaque des images doubles de l'écran et je vois les bords du tableau à travers les bords transparents de l'image de l'écran, le bord gauche avec l'œil gauche et le bord droit avec l'œil droit. Je presse maintenant doucement avec le doigt le coin extérieur de chaque œil de manière à faire diverger les axes optiques. Les deux images de l'écran glissent alors l'une sur l'autre hétéronymiquement, les parties opaques devenant de plus en plus étroites et les bords transparents de plus en plus larges, jusqu'à ce que les deux images de l'écran se séparent complétement et deviennent toutes deux entièrement transparentes. Si la pression continue, les deux images transparentes peuvent être séparées par une distance considérable. Si je fais en même temps attention à ce qui se passe sur la *paroi*, j'observe que les deux bords visibles du tableau se rapprochent l'un de l'autre jusqu'à ce qu'ils se rejoignent ou même qu'il passent l'un sur l'autre.

On observe donc que durant cette expérience la portion invisible du tableau (celle qui est derrière la portion opaque de l'écran) ne devient pas visible à mesure que l'écran devient entièrement transparent, mais qu'elle paraît être *effacée* par les portions visibles qui se rapprochent l'une de l'autre. L'écran devient transparent, non pas parce que la portion invisible du tableau devient visible, *mais parce qu'une portion visible est mise à sa place.*

NOTICE

SUR

LES GISEMENTS DES PHOSPHORITES

ET SUR

LEURS MODES DE FORMATION

PAR

M. ALPH. FAVRE

Professeur à l'Académie de Genève.

Dans ce moment où le phosphate de chaux est soigneusement recherché par les agriculteurs, il n'est peut-être pas sans intérêt de rendre compte de quelques mémoires relatifs à cette substance, d'examiner ses divers gisements et la manière dont ils se sont formés.

Ce phosphate présente différents aspects, et la ressemblance qu'il offre parfois avec certains calcaires argileux ou avec des tufs inutiles à l'agriculture explique qu'il soit resté si longtemps inconnu là même où on le foule aux pieds, et comment il est probable qu'il existe dans maintes localités très-fréquentées où il n'a pas encore été découvert.

La chaux qui entre dans la composition des immenses masses de calcaire de la surface de la terre provient, selon toute probabilité, de la décomposition de quelques roches, laves, granits, etc., qui se trouvaient primitivement à la surface du globe ou qui y sont arrivés par des soulèvements ou des éruptions. Ces roches ont emprunté la chaux aux régions profondes de la terre où il se trouvait, et où il se trouve peut-être encore du calcium, et la chaux

s'est combinée avec les acides silicique, carbonique, phosphorique, etc.

La présence de l'acide phosphorique dans les couches superficielles de la terre est due ainsi que celle de la chaux à l'éruption ou au soulèvement des roches qui ont amené à la surface les matières phosphorées qui existent à de grandes profondeurs. M. Daubrée pense qu'elles y sont peut-être à l'état de phosphure, comme dans les météorites [1]. Ce savant a fait ressortir la grande ressemblance des roches extra-terrestres avec celles de l'intérieur de notre globe. Les matières phosphorées se trouvent aussi dans quelques-uns des minéraux qui entrent, habituellement ou adventivement, dans la composition des roches granitiques et dans celle des schistes cristallins lesquels renferment souvent des cristaux d'apatite. Il est vrai que l'acide phosphorique y est en petite quantité, mais les masses granitiques du globe sont si immenses et celles qui ont été déjà décomposées si considérables, que les matières phosphorées provenant du granit doivent être prises en considération. On trouve encore des matières phosphorées dans des roches où la silice n'est pas en excès, dans les laves des volcans éteints ou en activité et dans les sources minérales; le phosphate de chaux est peu soluble, il est vrai, mais les réactions qui se produisent à de grandes profondeurs sous l'influence des eaux douces ou marines soumises à une forte pression et à une température élevée favorisent probablement la dissolution des substances.

Il ne faut pas une solubilité bien grande pour qu'à la longue des masses d'eau immenses, exerçant leur pouvoir pendant des centaines et des milliers de siècles, dis-

[1] Voyez les notes à la fin de l'article.

solvent une quantité considérable de la matière avec laquelle elles sont en contact. A la surface même du sol il est des phosphates qui présentent une certaine solubilité, surtout dans l'eau chargée d'acide carbonique, ainsi 1 % de phosphate de chaux de Limogne (département du Lot) [4] pulvérisé, et mis en contact avec de l'eau de cette nature se dissout en 24 heures *.

Les sources qui amènent le phosphate de chaux à la surface du globe jaillissent aussi bien dans l'intérieur des mers qu'à la surface des continents. Elles le déposent dans les filons, quelquefois métallifères, sous forme de chaux phosphatée, cristallisée ou de calcaire concrétionné se rapprochant du tuf, et si les circonstances ne sont pas favorables à la formation des dépôts, elles le déversent dans des cours d'eau qui le ramènent à la mer. Par conséquent, le phosphate des sources se divise en trois parties, celle qui reste en dépôts plus ou moins considérables à la surface de la terre, celle qui se dissémine en particules des plus ténues dans le sol traversé par les ramifications de la source phosphatée et celle qui retourne à la mer, où elle se retrouve dans les mêmes conditions que le phosphate qui a été pris par les eaux marines aux roches sur lesquelles elles reposent et aux matières avec lesquelles elles ont été mises en contact pendant les éruptions volcaniques.

La présence du phosphate de chaux dans la mer est démontrée, soit par l'analyse, soit par la composition des produits marins : ainsi on le trouve dans la vase et les boues

* M. Déhérain a également étudié la solubilité de quelques phosphates dans d'autres circonstances : dans le but de connaître quel pouvait être leur utilité lorsqu'on les emploie en agriculture sans leur faire subir de préparation, et les résultats obtenus n'ont pas été très-satisfaisants [13].

marines [7], dans la tangue, dans les polypiers, etc. Les bancs de coraux contiennent parfois assez de phosphate de chaux pour être utilisés en agriculture; ceux de l'île de Sombréro (Antilles), par exemple, sont exploités et amenés en Angleterre. Les poissons s'assimilent aussi le phosphate de chaux, car leurs os en contiennent; après leur mort ce phosphate se dissout et rentre ainsi dans la circulation des courants marins. Les oiseaux auxquels les poissons servent de nourriture, absorbent le phosphate de ces derniers et ils le restituent sous forme de guano de leur vivant, et par leur décomposition après leur mort.

Les mêmes faits s'étant produits durant les anciennes périodes de l'histoire de la terre, les boues marines, les calcaires, les bancs de coraux, les entassements d'os de poissons (*bone-bed*), etc., amenés à la surface du globe ou plus ou moins près d'elle par le soulèvement des continents, renfermaient du phosphate de chaux que l'influence des agents atmosphériques (gelées, pluies, etc.), agissant pendant des milliers de siècles, fait rentrer dans la circulation au moyen des sources, des rivières, de la mer et des êtres organisés.

En résumé, sans parler du phosphate de chaux dispersé dans les terrains, mais en proportion si petite qu'il échappe à l'observation directe, en négligeant également celui qui se trouve dans certaines roches éruptives, telles que les granits, les roches volcaniques (Jumilla en Espagne) et les roches basaltiques (Bavière et le Gyppsland en Australie) [8], les dépôts de phosphate de chaux paraissent avoir été formés de quatre manières différentes:

1° Dépôts d'origine marine;

2° Dépôts formés dans des bassins d'eau douce;

3° Dépôts formés par les sources ;

4° Dépôts formés par des animaux terrestres ou par l'homme.

I.

En disant quelques mots des terrains marins dans lesquels on a constaté la présence du phosphate de chaux, nous suivrons l'ordre chronologique *.

On trouve du phosphate de chaux, auquel on donne souvent le nom de phosphorite, dans des terrains fort anciens, entre autres, dans une des couches siluriennes du Canada, nommée couche à lingules du nom d'une petite coquille bivalve qui y est très-répandue. Le phosphate fait partie de la coquille comme chez les lingules actuellement vivantes, évidemment il est sécrété par l'animal. Les couches siluriennes de Llandeilo du Pays de Galles, ainsi que celles de la Podolie [52], en contiennent aussi.

Cette substance se rencontre dans le terrain houiller de Fins (Allier) et dans celui de la Ruhr en Westphalie, sous forme de rognons disséminés dans des argiles noires.

Les couches à ossements (*bone-bed*) du terrain triasique et celles du terrain infraliasique renferment beaucoup de phosphate de chaux. La couche de l'infralias affleure dans l'ouest de l'Angleterre, dans le Calvados et dans plusieurs départements de l'est de la France, aux environs de Lyon, et en Savoie au bas du vallon de Valloires près Saint-Michel (j'ai constaté la présence du phosphate de chaux dans la roche de cette localité). Le *bone-bed* se trouve en Wurtemberg. M. Gumbel a aussi

* Nous avons déjà fait et nous ferons encore de nombreux emprunts à l'excellent mémoire de M. Daubrée. (Annales des Mines, 1868, tome XIII, p. 67.)

observé des rognons de phosphorite dans diverses couches du terrain jurassique de l'Alb de Souabe, de Franconie et du grand-duché de Bade. On connaît également cette substance dans le Brunswick, et M. Schlagintweit l'a reconnue dans l'Himalaya [1].

Elle est fort répandue dans les terrains crétacés. Dans le gouvernement de Koursk en Russie[3] on trouve un grès connu sous le nom de Ssamorod ou Samarode, il est formé de grains de quartz réunis par un ciment qui contient 30 % de phosphate de chaux. En Espagne on trouve la phosphorite à Montanchez près de Cacerès, ainsi que dans bien d'autres localités entre ces deux pays.

Le phosphate de chaux est exploité depuis longtemps en Angleterre dans le gault et dans les couches qui lui sont un peu supérieures. Il se trouve à Farnham dans le comté de Cambridge [22]. M. Walker[4] a signalé à Potton et à Upware la présence de nodules de phosphorite accompagnés de brachiopodes, de débris de poissons et de reptiles; quelques-uns sont recouverts de serpules et de briozoaires.

Le Rev. O. Fisher [31] évalue la couche phosphatée de la base de la craie du comté de Cambridge à 270 tonnes par acre (1 acre = 4046,72 mètres carrés) valant 58 fr. la tonne. Les fossiles y sont nombreux, quelques coquilles sont fixées aux rognons de phosphorite; les grains de glauconie (petits grains verdâtres) y sont abondants; ces derniers donnent à tous les terrains où ils sont répandus un caractère essentiellement marin, car M. Ehrenberg a reconnu qu'ils étaient formés par des infusoires, et M. F. de Pourtalès a constaté, au moyen de sondages, qu'ils s'accumulent en mer sur les côtes de la Géorgie et de la Caroline du Sud (États-Unis [23]) en assez grande

abondance pour constituer des bancs de grès vert. Leur présence est connue des deux côtés du Gulf-Stream; entre la terre et ce courant ils sont de 50 à 100 brasses (91 à 182 mètres) au-dessous de la surface de l'eau, mais à l'extérieur du courant ils sont à une plus grande profondeur.

Il y a au moins deux espèces de nodules de phosphorite dans le comté de Cambridge. M. Fisher donne à l'une d'elles le nom de coprolithe, sans pour cela lui attribuer une origine semblable à celle des véritables coprolithes. Certaines espèces animales fossiles, surtout les polypiers, sont changés en nodules phosphatés, en sorte qu'on peut croire que la très-grande majorité des nodules ne sont pas des concrétions, mais des corps organisés. On y voit aussi au microscope des foraminifères et des spicules voisines de celles des Alcyonaires. Déjà en 1849 le doyen de Westminster avait dit en parlant des grès verts de Farnham : « Les éponges et les autres fossiles parais- « sent avoir servi de réceptacle à l'acide phosphorique. »

La phosphorite d'origine marine des terrains crétacés était connue en France, il y a quelques années, dans trente-neuf départements, mais exploitée seulement dans trois, la couche qui la renferme s'étend sur plus de 300 kilomètres de longueur; c'est à MM. de Molon et Thurneisen qu'on doit la découverte de la plupart de ses affleurements. En 1856 ils résumaient leurs études en disant : « Nous pouvons dès à présent constater que nous avons « découvert une source inépuisable de phosphate de « chaux qui représente pour la France, par les avan- « tages qu'en retirera son agriculture un capital de plu- « sieurs milliards [14]. »

Les couches qui renferment la phosphorite se montrent

dans le Boulonnais, dans le pays de Bray, près d'Annapes non loin de Lille, près Valenciennes, à Lézennes département du Nord où les nodules phosphatés sont connus sous le nom de *tun* [9], dans les départements des Ardennes, de la Marne, de la Haute-Marne et de l'Yonne; on les a encore observés dans les départements de l'Orne, d'Eure-et-Loir et de la Sarthe [10]. Les phosphates se trouvent presque toujours dans le grès vert ou gault; quelquefois cependant il y en a dans la craie.

On retrouve la couche de grès vert dans les départements du Var, des Alpes maritimes, de la Drôme, de l'Isère et de la Savoie, dans le massif de la Grande-Chartreuse, dans les Beauges et dans une zone de montagnes qui s'étend du lac d'Annecy à la vallée du Rhône, près Saint-Maurice.

En Suisse cette même couche affleure dans la partie orientale du canton de Vaud, et d'après MM. Escher et Picard, elle s'étend des environs de Schwytz au canton d'Appenzell. Le terrain nummulitique des environs d'Einsiedeln contient aussi du phosphate de chaux, et chose singulière, ce terrain renferme beaucoup de grains de glauconie : c'est une espèce de grès vert; malheureusement les dépôts alpins sont situés de manière à ce que l'exploitation en est souvent impossible. Les gisements de gault de cette région contiennent tous de la phosphorite, il suffit donc de consulter les cartes géologiques pour connaître les localités où l'on peut en trouver. La couche de gault avec phosphate de chaux a été aussi constatée par M. Gumbel dans les Alpes de la Bavière et du Vorarlberg.

Dans le Jura, le dépôt de gault avec phosphorite se trouve, comme l'a dit M. Jaccard, à Morteau, à Boveresse, à Charbony et à Sainte-Croix [11]; mais la localité sur la-

quelle l'industrie fonde les plus grandes espérances est celle de Bellegarde, près de la Perte du Rhône qui est en pleine exploitation. Ce gisement a été rendu célèbre par la description qu'en a donnée Al. Brongniart[25], plus tard il a été étudié par M. le professeur Renevier [26], par le professeur Pictet [27], qui en a décrit les fossiles, et par MM. Demole [28], Gruner [29] et Risler [30]. Ce dépôt est formé des coquilles fossiles habituelles au gault, avec leurs moules intérieurs, elles sont disséminées en très-grande abondance dans des roches sableuses ou dans des sables contenant beaucoup de grains verts de glauconie. Les rognons qu'on y remarque sont pour la plupart des fossiles roulés, quoiqu'en général les coquilles soient remarquables par leur conservation ; on ne trouve rien qui rappelle des coprolithes. D'après M. Gruner le sable qui renferme les fossiles contient peu ou point de phosphate de chaux, la coquille du fossile elle-même n'est guère phosphatée, mais dans le moule intérieur du fossile on trouve jusqu'à 50 et même 70 °/₀ de phosphate de chaux, et plus l'orifice par lequel la matière est entrée dans l'intérieur de la coquille est petit, plus le moule semble contenir de phosphate*. Cette différence de composition entre le sable, la coquille et le moule est importante au point de vue de l'introduction du phosphate dans ce dépôt**, qui est évidemment différente

* Berzélius dit, dans son Traité de Chimie, que lorsque l'animal de l'huître est calciné, on obtient du carbonate de chaux et du phosphate de chaux ; lorsqu'il est complétement réduit en cendre, on n'y trouve plus que du phosphate de chaux, ce qui prouve que le mollusque lui-même peut avoir fourni une certaine proportion de phosphate de chaux à l'énorme quantité qu'en renferme le moule.

** On a remarqué que l'argile de kimmeridge, terrain jurassique supérieur d'Angleterre, renferme en abondance des moules de chambres d'ammonites contenant 20 à 30 °/₀ de phosphate de chaux.

de celle de ce même corps dans la couche à lingules du Canada. La présence du phosphate dans le moule et son absence ailleurs ne peut s'expliquer que par l'action condensatrice exercée par la matière animale, probablement durant sa décomposition, sur le phosphate répandu à l'état de dissolution dans les eaux marines. Sur ce point je partage l'avis du Rev. O. Fisher.

Il est bon de remarquer aussi que dans divers gisements on trouve du bois changé en phosphate de chaux.

Si le gault s'était déposé dans un bassin fermé ou dans une lagune, comme M. Gruner semble le croire, il aurait pu s'y accumuler à la longue une proportion considérable de phosphate de chaux, on pourrait même admettre que des sources phosphatées, arrivant dans ce bassin en auraient augmenté la proportion, mais si les choses s'étaient passées ainsi, on ne comprendrait pas pourquoi le sable extérieur aux coquilles n'est pas phosphaté. Il est impossible de supposer que des sources phosphatées soient intervenues dans la formation de ce dépôt autrement que pour répandre le phosphate dans l'intérieur de la mer. Les paléontologistes reconnaissent dans le gault un dépôt littoral; ce n'est pas une raison pour admettre qu'il se soit déposé dans un bassin fermé, car il contient des coquilles de pleine mer, et s'étend à de grandes distances d'une manière assez continue pour qu'on puisse croire qu'il a été formé à la jonction des dépôts de pleine mer et des dépôts littoraux, sur une zone analogue à celle où M. de Pourtalès a observé la formation actuelle du grès vert sur la côte des États-Unis.

La phosphorite paraît plus rare dans les terrains tertiaires que dans les terrains crétacés; cependant nous avons vu qu'on en a signalé la présence dans le terrain

nummulitique des Alpes. Depuis longtemps aussi, on en a exploité dans le crag de Felixtow sur la côte du Suffolk.

II.

Si le gisement de la phosphorite en rognons qui se trouve dans les sables bitumineux du district de Leira en Portugal, a été bien examiné, il est d'un ordre différent de celui dont nous venons de parler, car il a pris naissance dans un lac ou bassin d'eau douce. Cette phosphorite est associée à des fossiles d'eau douce du terrain wealdien, intermédiaire entre le terrain crétacé et le terrain jurassique.

III.

La formation de la plupart des phosphates de chaux qui se trouvent dans les filons des roches cristallines, peut être attribuée à des sources, mais cette origine est plus évidente encore dans d'autres phosphorites dont nous allons parler.

La phosphorite concrétionnée (c'est-à-dire possédant la structure d'un dépôt aqueux), accompagnant la limonite des environs de Ramelot [11] (Belgique), a évidemment été déposée par une source. Quoiqu'elle contienne 69 % d'acide phosphorique, elle ne paraît pas avoir d'importance industrielle.

La phosphorite de Verviers [15] (Belgique) associée à des minerais de fer et de manganèse, celle de Baelen [5] près de Liége, qui se présente sous forme de conglomérat et de stalactites, et qui contient 70 % de phosphate de chaux, ainsi que celle de Amberg [16], en Bavière, sont des dépôts concrétionnés analogues à ceux du département de Tarn et Garonne.

La phosphorite du Nassau [12] existe dans plusieurs localités; elle se présente en général sous forme de rognons dans un dépôt argileux, et quoiqu'elle repose sur le terrain dévonien on la croit tertiaire. Elle est en général associée à une roche nommée Schaalstein (spilite) qui paraît être d'origine sédimentaire et qui renferme quelquefois du phosphate de chaux.

Les plus beaux gisements de phosphorite déposés par des sources sont ceux de Larnagol près Cajarc et de Concots dans le département du Lot, et celui de Caylux près Montauban dans le département de Tarn-et-Garonne. Ce dernier a été découvert vers 1865 par M. Poumarède, et renferme 32, 60 °/₀ d'acide phosphorique [17]. Il n'a été exploité qu'au bout de cinq ans environ; depuis lors des paysans, en constatant dans diverses localités la ressemblance de certaines roches avec celles qu'ils avaient vu exploiter, ont fait connaître un grand nombre de gisements de phosphorites disséminés sur un espace de 40 kilomètres de longueur et de 8 kilomètres de largeur environ [18].

Comme l'ont fait remarquer M. Daubrée et M. Trutat, ces gisements sont alignés suivant deux directions : de l'est à l'ouest et du nord 25° est au sud 25° ouest, ce qui correspond à certaines failles des bords du plateau central de la France, décrites par M. Magnan. Les phosphorites de l'une des directions ne sont pas tout à fait semblables à celles de l'autre; mais dans les deux directions elles remplissent des cavités ou poches creusées dans le calcaire, variant de quelques mètres à 35 mètres environ de diamètre (à Cos), et des espèces de crevasses ou fossés peu profonds, dont les parois sont verticales et sensiblement parallèles. La largeur de la crevasse de Pen-

daré varie de 3 à 6 mètres et on la connaît sur une longueur de 90 mètres.

Les phosphorites des départements dont nous venons de parler ne sont pas cristallines, elles sont généralement compactes, blanchâtres, grises, jaunes, et rouges lorsqu'elles sont associées à une substance ferrugineuse. Parfois elles sont granuliformes, concrétionnées, mamelonnées, à couches concentriques et prennent l'aspect de travertin ou de tuf. On en trouve aussi en couches minces et compactes, rappelant la structure des agates, elles sont blanches, et quelquefois noires lorsqu'elles sont colorées par de l'oxyde de manganèse. Leur éclat, quoique terne, rappelle dans certains cas celui du quartz résinite.

Nous n'avons pu trouver d'analyse complète de ces phosphorites, mais d'après huit essais faits par M. Bobierre, l'acide phosphorique y varie de 32,94 à 38,32 °/₀ [19] et on y a reconnu la présence du chlore, du fluor et de l'iode.

Ces phosphorites sont associées à du péroxyde de fer en grains ou limonite, à des particules argileuses, rarement à du sable, mais à des cailloux de quartzite répandus à la surface des plateaux environnants et qui ont pénétré jusqu'à une petite profondeur dans la phosphorite. Parfois ils sont assez abondants (à Prajoux) pour constituer un poudingue à ciment de phosphorite. La présence de cailloux de quartzite dans la partie supérieure de ce dépôt et à la surface des plateaux voisins est pour M. Daubrée la preuve que la phosphorite a été formée pendant deux époques. Elle paraît aussi avoir subi quelques remaniements, car on trouve çà et là sur les plateaux des cailloux épars de phosphorite très-compacte associés aux cailloux de quartzite [20].

On ne trouve pas de coquilles fossiles dans la phospho-

rite, mais des ossements. D'après M. Gervais [21] ils se rapportent aux animaux suivants : ***Anoplotherium commune, Dichobune parisiensis, Entelodon, Cainotherium, Paleotherium, Rhinoceros, Hyenodon*** et autres carnivores. Plusieurs se retrouvent dans le gypse des environs de Paris, et caractérisent, par conséquent, l'époque tertiaire, mais d'autres appartiennent à des animaux d'une époque plus récente, en sorte que la paléontologie est d'accord avec la géologie pour reconnaître à ces phosphates deux époques de formations, l'une éocène et l'autre plus moderne.

La disposition de ces gisements de phosphorites à structure concrétionnée en forme de poches, bassins, crevasses et boyaux renfermant des ossements d'animaux qui ont péri sur les bords des sources qui les déposaient, la présence de cailloux de quartzite, ainsi que l'association des phosphorites à des minerais de fer en grains, ont donné à MM. Gervais et Daubrée l'idée très-juste de comparer ces dépôts à ceux qui constituent le terrain sidérolithique.

IV.

On trouve le phosphate de chaux en abondance dans de grandes accumulations formées par des animaux ou par l'homme. Elles sont trop connues pour que nous nous y arrêtions longuement. On peut faire entrer dans la première catégorie les dépôts de guano, les brèches osseuses, certaines cavernes à ossements dans lesquelles la présence de l'homme n'a pas été constatée. Dans la seconde il faut ranger les *kioékenmodings* ou débris de cuisine du Danemark, ceux que des peuplades sauvages accumulent encore maintenant, les *Terra mare*

des environs de Modène et de Reggio, les accumulations d'ossements, telles que celle du Clos Charnier à Solutré près de Mâcon, etc., c'est-à-dire toutes les localités où les matières phosphatées ont été entassées sous l'influence de l'homme.

Appendice.

Pendant que l'article précédent était sous presse, M. Trutat a eu l'extrême obligeance de nous communiquer une lettre qu'il a adressée à M. le professeur Gervais et qui s'imprime dans le Bulletin de la Société d'histoire naturelle de Toulouse. Cette lettre explique comment, par suite de remaniements, des ossements appartenant à des animaux d'époques différentes se trouvent associés dans les dépôts de phosphorite des départements de Tarn-et-Garonne et du Lot.

Toulouse, 5 juin 1872.

Monsieur,

Je viens de lire dans la *Revue des cours scientifiques* un compte rendu de la dernière séance de la Société géologique, dans laquelle vous avez parlé des ossements recueillis dans les carrières de chaux phosphatée du Quercy. Vous me permettrez de vous soumettre quelques observations sur la manière d'être de ceux de ces dépôts qui sont fossilifères, et j'espère qu'alors disparaîtront les difficultés d'explication que semble donner la réunion, dans une même station, d'espèces regardées comme d'âges différents.

Dans une communication faite à l'Institut le 11 décembre dernier, j'avais déjà signalé les rapports qui existent entre la direction et la composition des gisements de phosphorite du Tarn-et-Garonne, et j'avais cru devoir conclure

que les dépôts à ossements étaient postérieurs aux dépôts phosphatés proprement dits. Depuis j'ai eu l'occasion de voir à nouveau les exploitations du Tarn-et-Garonne et celle du Lot, et je suis arrivé à des conclusions plus précises; mes dernières observations vont me permettre de démontrer qu'il existe plusieurs niveaux d'âges différents, et que le mélange anormal d'espèces que vous avez signalé, n'est qu'apparent et provient de remaniements successifs.

Voici très-succinctement le résultat de mes recherches.

Un premier dépôt Geysérien de chaux phosphatée est venu remplir les fentes du calcaire ouvertes suivant une direction N. 25° E. (faille de la Bonnette), *ces dépôts ne contiennent jamais de fossiles* : aussi ne nous en occuperons-nous pas ici.

Plus tard une seconde faille se produit suivant une direction E.-O. (faille de Varen) et partout où les nouvelles fentes recoupent des dépôts phosphatés, un remaniement se produit. En même temps une véritable éruption d'eaux fortement chargées d'acide carbonique, d'argile et de fer, vient dissoudre la chaux phosphatée et les parois calcaires environnantes ; de nouveaux éléments sont encore apportés à ce dépôt par des courants diluviens qui entraînent à la fois du sable, des cailloux roulés et des débris d'animaux. Il y a donc remaniement des plus complexes dans ces dépôts ossifères et les débris fossiles qu'ils renferment ne donnent en rien l'âge des phosphates, ils ne peuvent que nous indiquer l'âge du manteau diluvien argileux rouge à rares cailloux roulés de quartz laiteux, qui recouvre les *Causses calcaires* des bords S.-O. du plateau central.

La diversité des faunes ainsi mêlées dans ce dépôt re-

manié semble indiquer également une très-longue durée dans ce phénomène d'apport des eaux diluviennes. Mais certains caractères vont nous permettre d'établir plusieurs catégories dans les parties constituantes de ces amas et l'examen attentif des débris osseux nous servira à établir deux niveaux, abstraction faite des espèces auxquelles elles appartiennent. En effet, les uns sont entièrement transformés en chaux phosphatée, tandis que beaucoup d'autres ne semblent avoir subi aucun changement de ce genre; les premiers sont noirâtres, à cassure vitreuse, les seconds ont presque une physionomie calcaire et se rapprochent, comme aspect, de ceux que nous rencontrons dans nos calcaires tertiaires supérieurs du bassin Sous-Pyrénéen. Jusqu'à présent tous les ossements à physionomie phosphatée que nous avons examinés appartiennent à des espèces d'une faune ancienne (paleothériens), les autres sont plus récents (rhinoceros, cainotherium).

Nous pourrions donc déjà, par ce caractère, diviser en deux catégories les dépôts ossifères, comme nous avons été amenés à le faire pour les dépôts phosphatés; les plus anciens pourraient être assez bien caractérisés par la composition chimique des ossements; celui-là serait *Eocène*. Les phénomènes de remplissage dont nous avons déjà parlé se seraient continués pendant presque toute la période tertiaire.

La nature même de ces dépôts indique suffisamment la difficulté d'y trouver un élément complet de stratigraphie, et, le plus souvent, chaque poche contient une seule sorte de débris osseux. Lorsqu'une même station fournit des ossements des deux catégories, il est à remarquer que les espèces récentes, à physionomie calcaire, occupent, d'une manière générale, les parties supérieures des

poches (l'argile rouge), les ossements phosphatés, au contraire, sont au bas. Ces derniers sont plus rares, plus fragmentés que ceux des parties supérieures, mais, comme dans tout dépôt remanié, des os phosphatés occupent quelquefois les parties supérieures et réciproquement. Presque toujours, enfin, le dépôt supérieur se confond tellement avec le dépôt inférieur qu'il est fort difficile de les délimiter.

Dans un cas cependant, j'ai pu tout récemment étudier une exploitation dans laquelle un lit de calcaire concrétionné stalagmitique sépare nettement le dépôt inférieur du dépôt supérieur ; dans ce cas les couches supérieures ne contenaient que des débris osseux sans traces de transformation phosphatée et faciles à caractériser (rhinoceros, cainoterium, oiseau, tortue). Les couches inférieures ne m'ont donné que des débris indéterminables, mais ils sont tous phosphatés; d'autre part, nous avons reconnu que les ossements ainsi transformés appartiennent aux espèces les plus anciennes, il nous est donc permis de dire qu'il y a bien réellement dans nos gisements de chaux phosphatée plusieurs niveaux fossilifères (au moins deux) d'âge différent et qu'ici il n'y a pas d'exception à la loi de répartition des espèces qui servent à caractériser l'âge des différentes couches du globe.

Veuillez, etc.

NOTES.

[1] *Daubrée*, Annales des Mines, 1868, XIII, 67.
[2] *Delesse* et *de Lapparent*, Ann. des Mines, 1870, XVII, 110.
[3] Id. id. id. 127.
[4] Id. id. id. 108, et Report of the British Associat., 1867, 73.

[5] *Delesse* et *de Lapparent*, Annales des Mines, 1870, XVII, 109.
[6] Id. Revue de géologie, t. IX, 28.
[7] Id. id. 43, et Annales des Mines, 1870, XVII, 120.
[8] Id. Revue de géologie, t. IX, 29.
[9] Id. id. IX, 32.
[10] Id. id. IX, 28; Bulletin de la Société d'agric. du Mans, 1871, et Bulletin de la Société géol. de France, 1872, XXIX, 169.
[11] Id. Revue de géologie, 1868, V, 64.
[12] Id. id. id. 62, et Annales des Mines, 1870, XVII, 109.
[13] Comptes rendus de l'Acad. des Sciences, tome XLV, 13.
Id. id. 1857, XLV, 237.
[14] Id. id. 1856, XLIII, 1178.
[15] Id. id. 1872, LXXIII, 1031.
[16] Id. id. LXXIII, 1034.
[17] Id. id. LXXIII, 997.
[18] Id. id. LXXIII, 1024 et 1363.
[19] Id. id. LXXIII, 1061.
[20] Id. id. LXXIV, 1372.
[21] Id. id. LXXIV, 1367.
[22] Quarterly Journal, 1848, t. IV, 257.
[23] Illustrated Catalog. of comp. Museum at Harward College, 1871, n° IV, p. 2.
[24] Matériaux pour la carte géolog. de la Suisse, 1869, p. 126, 290.
[25] Description géologique des environs de Paris, 1822, p. 91.
[26] Mémoire géologique sur la Perte du Rhône.
[27] Description des mollusques fossiles qui se trouvent dans les grès verts des environs de Genève, 1849-1853.
[28] Rapport à la Classe d'agriculture de Genève, janvier 1870.
[29] Bulletin de la Société géolog. de France, 1871, XXVIII, 62.
[30] Bulletin de la Classe d'agriculture de Genève, 1872.
[31] Abstracts of the Proceedings of the geolog. Society of London, 22 mai 1872.
[32] Jahrbuch der k. k. geol. Reichsanstalt, 1871, XXI, 211.

COMPARAISON

DES

INTENSITÉS CALORIFIQUES

DU RAYONNEMENT SOLAIRE

ET DU

RAYONNEMENT D'UN CORPS CHAUFFÉ A LA LAMPE OXYHYDRIQUE

PAR M. J.-L. SORET

Additions à une Note précédente[1].

J'ai publié il y a peu de temps les résultats que j'avais obtenus en comparant les intensités calorifiques du rayonnement solaire et du rayonnement d'un corps chauffé à la lampe oxyhydrique. Cette comparaison a été effectuée à l'aide d'un actinomètre dont j'ai donné la description abrégée; il est basé sur le principe de la mesure de l'élévation de température que subit un thermomètre, placé dans une enceinte de température déterminée, et dont le réservoir est exposé à l'action de la source de chaleur. Dans mon appareil, la radiation solaire produit une élévation de la température du thermomètre qui dépasse souvent 14°,5; avec un disque de magnésie ou de zircone, chauffé à la lampe oxyhydrique et placé à une distance telle que son diamètre apparent soit le même que celui du Soleil, j'avais obtenu une élévation de température de 0°,25 en minimum et de 0°,44 en maximum. Ces résultats, comme je l'ai fait voir, sont incompatibles avec l'hypothèse que la quantité de chaleur émise par un corps soit proportionnelle à la température à laquelle il se trouve, conformément à la loi de Newton.

[1] Voyez *Archives*, juillet 1872, tome XLIV, page 220.

Le Rév. Père Secchi a bien voulu m'adresser au sujet de la Note que je viens de rappeler, une lettre dont je citerai quelques passages :

« J'ai calculé, d'après votre résultat, avec la formule de M. Vicaire, la température de la zircone ; en supposant que vous avez observé à 15° de l'actinomètre, je trouve 781° ; en supposant que vous avez observé à 25°, je trouve 789°.

« Ces chiffres présentent un double inconvénient : 1° la température calculée est trop basse : dans cette flamme, elle doit être plus considérable, car elle excéderait à peine celle des corps rouges ; 2° cette température devient croissante avec la température de l'actinomètre ; c'est à un inconvénient sérieux de la formule de M. Vicaire.

« Dans les résultats obtenus par vous, il y en a un très-intéressant, c'est que la flamme du gaz seule ne produit pas d'effet sensible sur l'actinomètre. Or, le Soleil est en grande partie gazeux, au moins à l'extérieur.

« Si vous supposez la zircone à 2000° (ce que je crois bien assez) comme le Soleil donne à l'actinomètre 14° et la zircone $^1/_4$ de degré seulement, on aura pour la température du Soleil $4 \times 14 \times 2000 = 112000°$, ce qui est bien loin du résultat de M. Vicaire et des autres savants français.

« Votre expérience est donc très-utile à la question, car elle montre encore une fois que la loi de Dulong et Petit ne tient pas et que, si je suis en excès, les autres sont en défaut. *In medio virtus?* Nous le verrons.

« Je vous prie de vérifier mes calculs en les faisant avec les nombres que vous avez réellement obtenus avec votre actinomètre..... »

Suivant le désir du Rév. Père Secchi, j'ai calculé la température du crayon de zircone chauffé à la lampe oxyhydrique, d'après la formule que M. Vicaire a déduite de la loi de Dulong et Petit, et en partant des données de mon expérience [1]; j'ai trouvé ainsi 781°,4, chiffre naturellement très-voisin de celui qu'avait trouvé le Rév. Père Secchi et évidemment très-inférieur à la température à laquelle le crayon de zircone devait se trouver réellement. Il est vrai que l'excès de température du thermomètre serait plus grand si l'on opérait dans le vide; il est vrai encore que le pouvoir émissif de la zircone doit être inférieur à celui du noir de fumée qui recouvre le thermomètre; mais ces causes ne paraissent point suffisantes pour rendre compte de la divergence.

D'autre part, je ne crois pas qu'en se basant sur cette expérience, on soit fondé à évaluer la température du Soleil à 112000° environ. Il faudrait, en effet, supposer qu'à partir de 2000° le rayonnement calorifique suit la loi de Newton, tandis que cette loi est manifestement inexacte au-dessous de 2000°.

Dans ma Note j'avais indiqué le chiffre de 0°,44 comme un maximum d'effet produit sur l'actinomètre; en effet, dans l'expérience qui avait conduit à ce résultat, non-seu-

[1] Cette formule est la suivante :

$$T = \frac{\log\left(a^{t} - a^{\theta}\right) + \log\frac{1}{\alpha}}{\log a}$$

dans laquelle T est la température du corps chaud; t, celle du thermomètre de l'actinomètre (16°,88 dans l'une de mes expériences); θ la température de l'enceinte de l'actinomètre (16°,63); a est un coefficient constant que Dulong et Petit ont fixé à 1,0077; enfin α est le rapport de la surface apparente du corps chaud à la surface totale d'une sphère concentrique au thermomètre; on a donc $\alpha = \frac{1}{[illegible]}$, puisque le crayon de zircone soustendait un angle de 32'.

lement la base du crayon de magnésie employé était entièrement portée au blanc éblouissant, mais de plus on l'avait placé à dessein un peu trop près de l'actinomètre et une partie de la flamme qui l'échauffait était fortement éclairante.

J'ai fait récemment quelques essais pour voir si en éliminant ces deux dernières causes d'exagération de l'effet obtenu, on pourrait atteindre cet excès de 0°,44 ou même le dépasser.

En employant des cylindres de magnésie de grosseurs différentes, placés à la distance convenable et fortement chauffés avec une lampe à oxygène de Dubosq, dont la flamme n'était pas sensiblement éclairante, j'ai obtenu comme effet maximum l'excès de 0°,42.

Je suis parvenu à un chiffre un peu plus fort en reprenant le cylindre de zircone et la lampe beaucoup plus faible que j'avais employée en premier lieu, mais en adoptant la disposition suivante :

La lampe avec son cylindre de zircone dirigé horizontalement est placée dans la lanterne de Dubosq dont on a enlevé la lentille. On dispose dans l'intérieur de la lanterne en avant de la lampe, un miroir sphérique concave en argent, formant toute une demi-sphère de $0^{m},095$ de diamètre ; on le place de manière que son axe coïncide avec celui du cylindre de zircone. Un trou de 13^{mm} de diamètre percé au centre de figure du miroir permet la sortie d'un faisceau horizontal de rayons partant de la base du crayon de zircone sur laquelle le dard du chalumeau est dirigé obliquement. Si l'extrémité du crayon coïncide avec le centre de courbure du miroir, les rayons qui tombent sur la surface réfléchissante sont renvoyés sur le crayon et le maintiennent à une température plus élevée. L'intensité

du faisceau qui sort par le trou central devient plus intense, et en plaçant l'actinomètre de manière à le recevoir, le thermomètre accuse une élévation de température plus grande. Le miroir peut être avancé ou reculé, de sorte que l'on peut à volonté le centrer ou le décentrer par rapport au crayon. J'ai obtenu dans une série d'expériences les chiffres suivants :

	t	θ	$t-\theta$
	°	°	°
Miroir centré	15,37	14,90	0,47
» non centré ...	15,19	14,93	0,26
» centré........	15,44	14,95	0,49
» non centré....	15,24	14,98	0,26
» enlevé	14,18	14,95	0,23

Ainsi, quand le miroir est centré, l'effet produit à l'actinomètre atteint à peu près un demi-degré, et cette expérience fait voir que le crayon, lorsqu'il peut librement rayonner dans toutes les directions, perd assez de chaleur pour que sa température soit sensiblement plus basse que celle de la flamme; l'action du miroir empêche en partie ce refroidissement, mais ne peut, en tout cas, élever la température du crayon au delà de celle de la flamme.

En faisant le calcul d'après la loi de Dulong et Petit, pour cet excès d'un demi-degré, on trouve T=870°, tandis qu'en réalité la température du crayon dépasse certainement 1900° (fusion du platine).

J'ajoute que l'emploi du miroir concave augmente aussi notablement l'intensité lumineuse du faisceau, ce qui peut faciliter plusieurs expériences d'optique en permettant l'emploi d'une lampe dépensant très-peu de gaz. Celle dont je me suis servi ne consomme que 20 à 25 litres d'oxygène par heure, et à peu près autant de gaz d'éclairage.

EXPÉRIENCES

SUR LA FLUORESCENCE

PAR

M. Ed. HAGENBACH

(Extrait communiqué par l'auteur [1].)

Depuis longtemps déjà on avait reconnu chez un certain nombre de dissolutions, par exemple la décoction de bois néphrétique (*lignum nephriticum*) la propriété de donner dans la lumière incidente un reflet particulier, tout différent de la couleur que ces mêmes corps présentent dans la lumière transmise. Brewster et Herschel ont été les premiers à reconnaître que cette propriété s'étendait à un grand nombre de corps, ils crurent pouvoir l'expliquer l'un par une dispersion intérieure, l'autre par une réflexion particulière à la surface de ces corps. C'est à Stokes que l'on doit d'avoir établi que le changement produit de la sorte dans la composition de la lumière incidente ne résulte pas seulement de réflexion ou d'absorption, mais du fait que le corps lui-même devient lumineux sous l'influence de la lumière incidente et émet des radiations d'une réfrangibilité différente de celle des rayons excitateurs. C'est encore ce savant qui a introduit dans la science, pour désigner ce phénomène, le mot de fluorescence, en considération de ce qu'il s'observe particulièrement sur certaines variétés de spathfluor.

[1] Pour le mémoire complet, voyez *Annales de Poggendorff*, t. CXLI, pp. 65, 232, 375, 508.

Stokes a étudié un grand nombre de corps au point de vue de la fluorescence et est arrivé de la sorte à cette loi importante que la réfrangibilité de la lumière fluorescente n'est jamais plus grande que celle des rayons excitateurs. Depuis lors les résultats obtenus par Stokes ont été confirmés et étendus par les travaux de quelques autres physiciens, en particulier de M. V. Pierre.

Je fus amené à entreprendre à mon tour l'étude de ce sujet parce que de différents côtés on m'envoya, pour être soumis à un examen plus approfondi, des corps possédant à un haut degré cette intéressante propriété. Je reconnus bientôt qu'une théorie de ce singulier phénomène ne serait possible que lorsqu'on posséderait des observations plus exactes que celles qu'on avait faites jusqu'ici ; aussi ai-je étendu mes recherches non-seulement à ces nouveaux corps, mais aussi aux substances précédemment étudiées. J'ai dirigé plus particulièrement mon attention sur les trois points que voici :

1° Détermination des limites et des maxima de la fluorescence ; il s'agissait ici de reconnaître dans quelles parties du spectre la fluorescence commence et finit, et de voir dans chaque cas particulier, s'il y a un ou plusieurs maxima de fluorescence, en établissant chaque fois leur position exacte.

La méthode dont je me servais à cet effet consistait simplement à projeter directement le spectre solaire sur la surface du liquide.

2° Étude du spectre d'absorption des substances fluorescentes et vérification de la relation que Stokes a le premier clairement établie entre l'absorption et la fluorescence consistant en ce que dans toutes les portions du spectre où il y a fluorescence il y a aussi absorption des rayons excitateurs.

3° Analyse spectrale de la lumière émise par fluorescence. Il s'agissait ici de reconnaître les limites entre lesquelles s'étend le spectre produit par la fluorescence et de fixer la position du ou des maxima, suivant que le spectre fourni présentait une seule ou plusieurs bandes lumineuses séparées par des portions obscures. Dans cette portion de mon travail je me suis surtout appliqué à rechercher si des modifications dans la composition de la lumière incidente, c'est-à-dire, de la lumière qui excite la fluorescence, entraînent des modifications dans la lumière émise par le corps fluorescent; dans ce but j'employai différentes sources de lumière pour la production de la fluorescence.

La méthode employée dans ces recherches consistait en ce que la lumière fluorescente était renvoyée par un miroir convenablement disposé à cet effet sur la fente d'un grand spectroscope à l'aide duquel on l'analysait.

J'ai étudié en tout trente-six substances, je n'en citerai ici que quelques-unes qui sont peut-être moins connues.

Dissolution d'alun de morin. Ce liquide qui donne une belle fluorescence, couleur malaquite, s'obtient, comme M. Goppelsröder l'a montré, en dissolvant le précipité d'alun de morin (laque de Cuba) dans de l'alcool additionné d'acide chlorhydrique.

Rose de naphtaline (appelé en Angleterre rouge de Magdala) dissout dans l'alcool. Cette substance, qui rentre dans la catégorie des couleurs de goudron, a été découverte par M. Schiendl de Vienne, puis étudiée par M. A.-W. Hoffmann. Elle présente aussi une fluorescence remarquablement belle et intense, d'une lumière jaune.

Acide thiomélique. Quiconque a fait des études élémentaires de chimie, sait qu'après avoir chauffé quel-

que temps un mélange d'alcool et d'acide sulfurique, comme on le fait dans la préparation du gaz oléfiant, on obtient un résidu épais d'un noir verdâtre. M. *Erdmann* a donné à cette substance le nom d'acide thiomélique. M. Goppelsröder a attiré mon attention sur la fluorescence remarquable de ce liquide.

Amide de l'acide phtalique et *amide de l'acide téréphtalique*. Je désigne sous cette double dénomination deux substances dont les solutions dans l'alcool et l'éther donnent une belle fluorescence verte et bleue et que M. Hugo Müller, à Londres, a décrites comme des amides obtenus par la réduction de l'acide nitrophtalique et de l'acide nitrotéréphtalique.

Phtaléine de résorcine ou *fluorescéine*. Cette substance, qui donne une magnifique fluorescence verte, m'a été envoyée par M. Ad. Bæyer.

Je ne donnerai pas ici en détail les résultats de mes observations, ils se trouvent tout au long dans mon mémoire complet inséré dans les *Annales de Poggendorff*. Mais j'arrive tout de suite aux conclusions générales qui ressortent de mon travail, et je dois dire d'abord que la propriété dont il s'agit se présente sous les formes les plus variées. Il n'y a aucun doute que nous avons à faire ici à un phénomène qui, conformément à ce qui a lieu pour la plupart des effets physiques, dépend essentiellement de la constitution moléculaire et de la composition chimique, chaque corps se présentant comme individu isolé avec des propriétés caractéristiques spéciales, de telle sorte qu'il est très-difficile d'établir des lois générales suffisamment exactes. Dans la suite je chercherai à démontrer ce point de vue.

Fluorescence dans le spectre ou *spectre fluorescent*. A

la question de savoir si toutes les radiations du spectre sont capables d'exciter la fluorescence, nous pouvons donner une réponse affirmative. Seuls les rayons qui se trouvent au delà de B pourraient être exclus du nombre de ceux qui produisent la fluorescence, du moins je ne connais aucune substance qui soit fluorescente déjà dans cette portion du spectre. Mais si l'on considère que la lumière émise par la fluorescence est moins réfrangible que les rayons excitateurs, on comprend très-bien qu'une fluorescence excitée dans le rouge extrême ne soit plus visible pour notre œil.

Pour ce qui est de la plus ou moins grande extension de la fluorescence dans le spectre, on constate de très-grandes différences entre les diverses substances. Il y a des cas où la fluorescence ne commence que dans la portion violette, après la ligne G, comme, par exemple, dans le spathfluor et dans une dissolution que j'ai le premier étudiée et qui doit contenir du bisulfanthrachinon, tandis que dans d'autres cas la fluorescence s'étend presque à tout le spectre ainsi que cela a lieu pour la solution éthérée et alcoolique de la chlorophylle, la solution alcoolique du rose de naphtaline et de l'acide thiomélique. Du côté du violet extrême la fluorescence s'étend toujours au delà du groupe H.

Pour ce qui tient à l'intensité de la fluorescence dans les différentes portions du spectre, il se présente ce fait remarquable que dans un très-grand nombre de cas on constate plusieurs maxima de fluorescence différents, séparés par des bandes de minima relatifs. Les maxima ne sont pas tous également marqués, la différence d'éclat qu'ils présentent avec les minima qui les enveloppent varie également.

Le nombre de ces maxima de fluorescence change aussi beaucoup, c'est ainsi qu'on en observe sept, par exemple, avec la dissolution fraîche de chlorophylle, cinq avec la dissolution du noir de fumée dans l'alcool ou la térébenthine, trois avec le rose de naphtaline, la dissolution alcoolique de tournesol, la purpurine dans l'alun et le verre d'urane, deux avec la dissolution alcoolique de la résine de Gayak, enfin un seul avec la dissolution d'alun de morine et l'acide thiomélique, les dissolutions de sulfate de quinine, d'æsculine, de fraxine, de photène ou anthracène, de pétrole, et d'azotate d'oxyde d'urane.

Corrélation de la fluorescence et de l'absorption. Le fait que, partout où la lumière incidente produit la fluorescence, il y a en même temps absorption, est une conséquence de la loi de la conservation de la force vive qu'il était facile de prévoir. Dans mes observations j'ai vu continuellement cette absorption accompagner la fluorescence, souvent même le spectre d'absorption pouvait servir à déterminer plus exactement les maxima de la fluorescence. Ce qui est plus remarquable encore c'est le fait inverse reconnu déjà par Stokes que dans les corps fluorescents en général toute absorption est accompagnée de fluorescence, ce qui n'était pas nécessairement à prévoir, car chez les autres liquides colorés il y a souvent absorption de lumière sans fluorescence. Sur ce dernier point en particulier, mes recherches ont pleinement confirmé le lien déjà connu entre l'absorption et la fluorescence: néanmoins j'ai trouvé des cas où la substance étudiée donnait à certaines places, outre l'absorption correspondant à la fluorescence, une autre absorption particulière. C'est le cas, par exemple, de la dissolution aqueuse de tournesol, de la dissolution de purpurine dans la soude, de l'azotate d'oxyde d'urane solide ou dissout.

Spectres de la lumière émise par fluorescence ou *spectres de fluorescence.* J'ai apporté un soin tout particulier à l'étude et à la description des spectres de fluorescence qui se présentent sous les formes les plus variées, je ne relèverai ici que ce qui me paraît offrir un intérêt spécial.

Les diverses lumières émises par fluorescence présentent déjà la plus grande variété par leurs couleurs suivant qu'elles sont rouges, orangées, jaunes, vertes, bleues ou violettes. Mais ce n'est que par l'analyse spectrale qu'on peut se faire une idée exacte de la composition de cette lumière.

On constate en outre de très-grandes différences pour ce qui tient à l'extension du spectre de fluorescence. C'est le spectre de fluorescence de la chlorophylle qui est le moins étendu, il est si étroit qu'on pourrait presque admettre que la lumière émise de la sorte par fluorescence est une lumière rouge homogène. Les spectres de fluorescence de l'acide thiomélique, du spathfluor et d'autres encore présentent en revanche une très-grande extension; le spectre de fluorescence de ces corps renferme des rayons appartenant aux différentes parties du spectre du rouge au violet.

Un point intéressant à noter c'est que dans un très-grand nombre de cas le spectre de fluorescence offre une répartition très-inégale de l'intensité lumineuse : on a alors des spectres composés d'une série de bandes plus éclairées, maxima d'intensité lumineuse, séparées les unes des autres par d'autres bandes plus ou moins obscures. Il convient de remarquer cependant que ces bandes ne sont pas nettement tranchées, mais que le passage des unes aux autres se fait graduellement. Les bandes obscures ne sont pas absolument noires, mais sont des zones plus

ou moins ombrées. J'ai observé, par exemple, huit maxima dans le spectre de fluorescence de l'azotate d'oxyde d'urane, six maxima dans celui du photène ou anthracène et dans celui du pétrole, cinq maxima avec le verre d'urane et l'extrait de noir de fumée, trois maxima très-nets avec la dissolution de Gayak, trois maxima moins tranchés avec la fluorescéine, deux maxima également très-marqués avec la dissolution alcoolique de tournesol, avec la dissolution d'orseille et avec la dissolution fraîche de chlorophylle dans l'éther, deux maxima également, mais moins nets avec de l'oxyde de brasiline, le sulfate de quinine, l'æsculine et la teinture de curcuma, un seul maximum, par conséquent pas d'intermittence dans l'intensité de la lumière avec la dissolution d'alun de morin, le rose de naphtaline, l'acide thiomélique et le spathfluor.

La différence qui existe entre l'intensité lumineuse des maxima et des minima des spectres de fluorescence varie beaucoup; les maxima dans le cas de l'azotate d'oxyde d'urane forment des bandes très-nettes à bords tranchés, tandis qu'avec la fluorescéine, qui en apparence donne une fluorescence identique à celle de cette dissolution, on ne distingue presque pas de semblables intermittences.

On pourrait supposer que les interruptions dans le spectre projeté sur la surface d'une substance fluorescente correspondent aux intermittences du spectre de fluorescence, les unes étant la cause déterminante des autres. Il y a des cas où on pourrait croire à une semblable coïncidence; les dissolutions de noir de fumée, par exemple, donnent cinq maxima dans le spectre projeté à leur surface et cinq maxima aussi dans le spectre de fluorescence, mais ce qu'on observe dans un très-grand nombre d'autres cas démontre qu'on n'a, en tous cas, pas à faire ici à un rapport

simple. La dissolution fraîche de chlorophylle donne sept maxima dans le spectre projeté à sa surface et seulement deux dans le spectre de fluorescence; le rose de naphtaline donne trois maxima très-prononcés dans le premier cas et ne donne aucune intermittence dans le second; au contraire, l'azotate d'oxyde d'urane qui ne donne aucune interruption dans le spectre projeté à sa surface montre deux maxima très-marqués dans le spectre de fluorescence.

L'intermittence dans le spectre projeté aussi bien que dans le spectre de fluorescence peut s'expliquer dans un certain nombre de cas comme ceux des dissolutions de Gayak, de purpurine, d'orseille et de tournesol, par ce fait qu'ils sont un mélange de plusieurs substances colorantes. Néanmoins, dans d'autres cas où la substance colorante est un corps pur cristallisable, on ne peut plus voir dans le mélange la cause de l'intermittence.

Loi de Stokes.

Nous avons déjà rappelé, au début de cet article, la loi de Stokes qui établit que la lumière émise par fluorescence n'est jamais plus réfrangible que les rayons excitateurs.

Dernièrement M. Lommel a contesté l'exactitude de cette loi en se basant pour cela sur une série d'observations exécutées par lui sur le rose de naphtaline et la chlorophylle. Mes propres expériences m'ont conduit, contrairement aux idées de M. Lommel, à reconnaître la parfaite exactitude de la loi de Stokes dans tous les cas possibles. Les autres lois qu'on a cru pouvoir introduire dans le domaine de la fluorescence n'ont pas, en revanche, trouvé leur vérification dans les recherches auxquelles je viens de me livrer.

Influence du dissolvant.

Le liquide dans lequel est dissous la substance fluorescente exerce parfois une influence sur la nature de la lumière émise, mais ici encore on ne peut point établir de règle un peu précise. L'influence du dissolvant se manifeste dans beaucoup de cas par un déplacement des bandes de maxima dans le spectre projeté ; ainsi les dissolutions de l'amide de l'acide phtalique, de la chlorophylle, de la purpurine, etc., se distinguent des autres en ce que les bandes sont plus rapprochées du violet. La couleur de la fluorescence et la position des maxima du spectre de fluorescence changent aussi dans certains cas avec la nature du dissolvant, c'est ce que l'on voit, par exemple, avec l'amide de l'acide phtalique et les dissolutions de noir de fumée. D'autre part, il y a encore des cas où le dissolvant ne paraît exercer aucune influence, ni sur le spectre projeté à la surface du liquide, ni sur le spectre de fluorescence.

Influence de l'état d'agrégation.

Lorsqu'un corps est fluorescent à l'état solide suit-il nécessairement qu'il doive l'être aussi à l'état liquide et inversement ? Cette question reçoit une réponse toute différente suivant les différents corps.

Il y a des corps comme le cyanure double de platine et de baryum, qui sont fluorescents à l'état solide et ne le sont absolument pas à l'état liquide. Il y en a d'autres tels que l'azotate d'oxyde d'urane qui comme solides donnent une fluorescence très-intense et comme dissolution n'en donnent qu'une très-faible. Il y a aussi des corps qui, dans ces deux états d'agrégation différents, sont très-fluorescents, c'est le cas du photène, du sucre de malt et de la

teinture de curcuma. En outre, certaines substances qui sont peu fluorescentes à l'état solide le sont très-fort en dissolution, par exemple, l'æsculine, le sulfate de quinine, la chlorophylle, les amides des acides phtalique et téréphtalique. Il y a enfin des corps qui, à l'état solide, ne sont absolument pas fluorescents tandis qu'ils le sont à l'état liquide, par exemple le rose de naphtaline.

Du rapport existant entre la phosphorescence et la fluorescence.

Il est impossible jusqu'ici de décider si la phosphorescence et la fluorescence sont deux phénomènes absolument tranchés ou s'il y a un passage insensible de l'un à l'autre; néanmoins les présomptions sont en faveur de cette dernière manière de voir.

On ne pourra répondre d'une manière satisfaisante à cette question que lorsqu'on sera parvenu à constater chez quelques corps la persistance de la fluorescence pendant un certain temps, fût-il très-court. J'ai cherché à obtenir ce résultat, mais je n'y ai pas réussi, je n'ai pas néanmoins la prétention de donner ce fait comme décisif par la raison que mon appareil ne pouvait manifester qu'une persistance de $\frac{1}{1500}$ de seconde ou plus, tandis qu'il serait indispensable pour ce genre d'expériences d'opérer avec un appareil beaucoup plus sensible.

Je remarquerai encore que les spectres de fluorescence avec intermittence que nous avons constatés chez un grand nombre de corps présentent une analogie évidente avec les spectres des corps phosphorescents que M. Edm. Becquerel a étudiés et décrits. Ce fait tendrait encore à rapprocher ces deux ordres de phénomènes.

Théorie de la fluorescence.

Je ne prétends pas me lancer ici dans la critique des différentes théories à l'aide desquelles on a cherché à expliquer la fluorescence. Je me bornerai à affirmer qu'aucune de ces théories ne suffit à rendre compte de l'immense variété des phénomènes et que les théories à venir n'y arriveront pas de longtemps.

Les idées émises par Stokes sont encore aujourd'hui la meilleure base à adopter pour un essai de théorie de la fluorescence. C'est ainsi que nous devons admettre avec lui que les ondulations de l'éther qui viennent frapper le corps fluorescent mettent en mouvement les molécules de ce corps et font qu'il devient lumineux par lui-même. Il y a dans ce fait une certaine analogie avec le phénomène acoustique des corps vibrant à l'unisson. Sur un point cependant la différence est très-grande; l'analyse spectrale de la lumière de fluorescence excitée par la lumière homogène ne donne pas de la lumière homogène, mais une infinité de radiations de longueurs d'onde différentes. Sous ce rapport les spectres de fluorescence se rapprochent des spectres des corps solides incandescents. Si la lumière émanant d'un corps homogène présente ainsi une variété infinie de longueurs d'ondulations, cela ne peut s'expliquer comme Stokes l'a déjà montré que par l'action de forces qui ne sont pas seulement proportionnelles à la première puissance de l'amplitude et produisent de la sorte des ondulations pour lesquelles la durée d'oscillation est une fonction de l'amplitude. Il faut admettre des ondulations de ce genre dans le cas d'un corps solide incandescent, car sans cela on ne peut pas s'expliquer la continuité du spectre. L'incandescence d'un corps solide

constitue, selon moi, un problème relativement simple dont il est indispensable d'avoir la solution avant de prétendre expliquer l'émission de lumière par fluorescence. La lumière émise par les corps solides incandescents de nature absolument différente est, comme on le sait, identique, elle est donc indépendante de la constitution moléculaire intime, laquelle, au contraire, influe notablement dans le cas de la fluorescence et complique encore le phénomène. Il est clair que, outre les considérations théoriques à l'aide desquelles Stokes était forcé de justifier la loi qui porte son nom, il y a plus d'un point dont il importe de tenir également compte, c'est non-seulement la constitution moléculaire des corps, mais encore la masse plus ou moins grande de la molécule matérielle comparée à celle de l'atome d'éther qui la met en mouvement. Ce n'est, du reste, qu'à l'aide d'une théorie complète de la fluorescence qu'on arrivera à expliquer d'une manière satisfaisante la loi de Stokes. Ce qu'on a essayé jusqu'ici dans ce genre n'est qu'un ensemble d'hypothèses plus ou moins hasardées. Ce que j'affirme seulement c'est que les théories qui s'écarteraient de cette loi ne mériteraient aucune créance.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE.

P. Tacchini. Fenomeni solari, etc. Phénomènes solaires et aurores boréales de juillet 1872. (*Memorie della Società degli Spettroscopisti Italiani*, août 1872.)

Dès le mois d'avril 1871, M. P. Tacchini a signalé la relation existante entre les aurores boréales et les protubérances solaires. Il a spécialisé cette relation en la rapportant à une catégorie particulière de phénomènes se produisant dans l'atmosphère solaire, qu'il appelle phénomènes secondaires. Ce sont des apparences brillantes de matières chromosphériques, mais qui se forment à distance de la chromosphère et sans son concours immédiat, et qui retombent sur le Soleil comme des pluies de feu, d'une durée très-variable et parfois très-restreinte. Il a déjà démontré la concordance remarquable qui se manifeste entre le développement de ces apparences sur le Soleil et l'observation d'aurores boréales à la surface de la Terre, même à des latitudes inférieures comme en Italie, où elles auraient probablement passé inaperçues sans les prévisions provoquées par l'examen spectroscopique du contour du disque solaire. La continuation de ces recherches a confirmé les conclusions de la première année d'études, et une occasion curieuse s'en est présentée le 8 juillet dernier par l'observation d'un magnifique nuage chromosphérique, avec accompagnement de pluie solaire, dans le voisinage d'un point du disque où venait de prendre naissance un beau groupe de taches, accompagné de facules. La persistance de son apparition pendant toute la journée du 8 juillet engagea M. Tacchini à télégraphier à Gênes pour y

éveiller l'attention des astronomes à l'égard des lueurs aurorales qui pourraient se présenter à l'horizon. Ces lueurs ne purent qu'être pressenties à Gênes par suite d'un ciel peu favorable; mais des nouvelles ultérieures, reçues de latitudes plus septentrionales, apprirent qu'en effet une splendide aurore boréale avait été vue à l'époque en Angleterre, en Irlande et en Bretagne. En même temps on constatait à Rome une violente perturbation magnétique.

C.-Piazzi Smyth. Spectroscopic Observations of the zodiacal Light in April 1872 at the Royal Observatory Palermo. (*Monthly Notices of the R. A. S.*, juin 1872.)

Des tentatives faites en 1871 à Édimbourg pour observer le spectre de la lumière zodiacale avaient complétement échoué. Profitant d'un séjour dans un climat plus favorisé, M. C.-P. Smyth en a fait de nouvelles en 1872 à Palerme, à une latitude de 40° 30′, en se servant de son spectroscope construit *ad hoc* à Édimbourg. La lumière zodiacale est visible en Sicile d'une manière parfaitement distincte, et voici quels sont les résultats auxquels ont abouti ces nouveaux essais.

Visant le phénomène avec une fente étroite, aucun spectre n'était perceptible, non plus qu'aucune lumière spectrale sous forme de raies, de bandes ou autrement, preuve que la lumière zodiacale n'est pas une lumière d'une réfrangibilité définie, mais composée de réfrangibilités variées, et répandue sur un champ assez considérable pour devenir invisible.

Si l'on agrandit la fente de l'instrument, alors on voit apparaître une portion éclairée, mal définie, de spectre continu, dans la région du vert, qui devient un peu plus brillante et aussi plutôt plus étendue lorsque la fente s'élargit. Toutefois son éclat est trop faible pour permettre de déterminer sa position avec les bandes du spectre par une comparaison directe.

Cette observation infirme les conclusions auxquelles sont parvenus d'autres astronomes, tendant à établir une analogie entre le spectre de la lumière zodiacale et celui des aurores boréales.

PHYSIQUE.

WULLNER. SUR LA PRODUCTION DES DIFFÉRENTS SPECTRES DES GAZ. (*Naturforscher* du 14 septembre 1872 ; traduction.)

Dans la première séance tenue par la section de physique dans le congrès des naturalistes et médecins allemands de cette année, M. Wüllner a fait une communication concernant ses dernières recherches sur les spectres des gaz. Cette communication est résumée comme suit dans le compte rendu de cette réunion.

Par ses recherches antérieurs l'auteur était arrivé à supposer que l'on devait pouvoir obtenir simultanément dans un même tube spectral le spectre à bandes et le spectre à raies d'un gaz, et que ce ne sont point, par conséquent les mêmes molécules gazeuses qui donnent les deux spectres. Il réalisa, en effet, ce fait avec un tube de Plücker ordinaire rempli d'azote à 500^{mm} environ ; et comme les décharges de la bobine d'induction s'accomplissent aux très-basses pressions sans production d'étincelle, et que l'étincelle proprement dite n'apparaît qu'aux pressions déjà un peu supérieures, il était naturel d'admettre, que *le spectre à raies brillantes provient de l'étincelle proprement dite (trait de feu), et que le spectre à bandes résulte de la décharge diffuse sans étincelle.*

Pour vérifier cette hypothèse, l'auteur a employé des tubes ne différant que peu des tubes de Plücker ordinaires; ils sont cylindriques, ont 2^{cm} de diamètre et 10^{cm} de longueur, munis de tubes de raccordement et de robinets de verre. On observait les décharges au miroir tournant, pour reconnaître exactement leur nature, en même temps qu'on étudiait le spectre particulier à chacun des différents modes de

décharge. Ces expériences confirmèrent pleinement l'hypothèse ci-dessus énoncée. Avec l'azote, l'oxygène et l'hydrogène on n'obtint aucune trace du spectre à raie, tant qu'on n'apercevait pas d'étincelle proprement dite au miroir tournant; l'azote et l'hydrogène donnaient les spectres à bandes bien connus, et l'oxygène montrait un champ vert pâle d'une intensité lumineuse trop faible pour qu'on pût y distinguer des bandes. Mais dès que l'étincelle proprement dite se fût produite, les lignes brillantes du spectre de second ordre apparurent, et en nombre de plus en plus considérable à mesure que le trait de feu devenait plus brillant. Dans ces larges tubes on put de la sorte suivre pas à pas les variations des spectres des gaz.

L'apparence que la décharge revêtit dans l'hydrogène était assez particulière, l'étincelle apparut d'abord seulement à l'électrode positive, ne s'étendant que jusqu'au milieu du tube environ, cédant la place à partir de là à la décharge diffuse. La pression venant ensuite à augmenter l'étincelle apparut aux deux électrodes, mais plus au milieu. Ce ne fut qu'aux pressions plus élevées que l'étincelle traversa le tube en entier.

Ces observations viennent à l'appui de l'opinion qui admet la multiplicité des spectres des gaz d'après la théorie de M. Zöllner sur l'influence que l'épaisseur d'une couche gazeuse exerce sur la qualité de la lumière qui en émane. Dans l'étincelle ce sont seulement des molécules isolées qui émettent de la lumière, c'est pourquoi dans le spectre qu'elle produit n'apparaissent que les maxima du pouvoir émissif sous forme de lignes brillantes; dans la décharge diffuse, au contraire, la source lumineuse est une couche gazeuse d'une certaine épaisseur.

L'auteur a aussi étudié les spectres fournis par l'auréole négative, ils se rapprochent sensiblement des spectres à bandes des gaz, mais présentent, en outre, un certain nombre de raies du spectre de second ordre.

A. SCHUSTER. UEBER DAS SPECTRUM DES STICKSTOFF'S. SUR LE SPECTRE DE L'AZOTE. (Mémoire lu à la *Société royale de Londres*, le 20 juin 1872; *Pogg. Ann*, t. CXLVII, p. 106.)

La question de savoir si le spectre d'un même gaz varie ou non avec les différentes circonstances de pression, de température ou autres dans lesquelles on le place, est aujourd'hui une des plus discutées de la physique. Soulevée pour la première fois par le travail de Plücker et Hittorf sur les deux spectres de l'azote, elle a été reprise longtemps après par M. Wüllner qui a complété les observations de ces deux physiciens sur l'azote et les a étendues à l'hydrogène, à l'oxygène et au carbone [1], avec chacun desquels il a obtenu plusieurs spectres différents. On vient de lire dans l'article qui précède un court résumé des dernières recherches de ce savant sur cet important sujet. D'autre part, la multiplicité des spectres d'un même gaz a été combattue par divers auteurs, en particulier par M. Angström qui attribue la formation des nouveaux spectres obtenus par M. Wüllner à la présence de gaz étrangers [2], et qui admet d'une manière générale que les bandes cannelées si caractéristiques des spectres des oxydes métalliques, ne se retrouvent jamais dans ceux des gaz simples. Le travail dont nous rendons compte ici vient à l'appui de cette dernière manière de voir, M. Schuster conclut du moins de ses expériences :

1° *Que l'azote pur ne donne qu'un seul spectre;*

2° *Que ce spectre est le spectre à raies ;*

3° *Que les bandes cannelées du spectre de premier ordre appartiennent aux oxydes d'azote qui se forment sous l'action de la décharge électrique.*

Ayant répété l'expérience du Père Secchi qui consiste à

[1] Voyez *Archives*, 1869, tome XXXV, p. 119, et tome XXXVI, p. 34; 1871, tome XL, p. 305; 1872, tome XLIII, p. 328.

[2] Voyez *Archives*, 1871, tome XLII, p. 87.

faire passer la décharge dans un tube à azote, formé de trois segments cylindriques de diamètres différents, il n'obtint point trois spectres distincts, mais vit partout le spectre à raies brillantes de l'azote. Puis subitement pendant l'observation le spectre à bandes apparut, pour céder ensuite de nouveau la place au spectre do second ordre après l'introduction d'une bouteille de Leyde dans le circuit. L'auteur attribua cette variabilité du spectre et la ressemblance évidente entre le spectre à bandes ainsi obtenu et le spectre des oxydes métalliques à la présence d'oxygène dans le tube.

En effet, dans une série d'expériences subséquentes il reconnut :

1° Que chaque fois que le spectre cannelé apparaissait, on pouvait démontrer avec la plus entière certitude qu'il y avait des traces d'oxygène dans le tube.

2° Que dans tous les cas où on pouvait être sûr qu'il n'y avait absolument pas d'oxygène dans le tube, c'était régulièrement le spectre de second ordre qui se montrait, quelles que fussent, du reste, la pression et la température auxquelles le gaz fût soumis.

Pour écarter toute trace d'oxygène, l'auteur employait un procédé qui lui avait été indiqué par M. Stewart et qui consistait à introduire dans le tube de Geissler de petits morceaux de sodium qu'on échauffait ensuite après avoir raréfié le gaz, de façon à le maintenir en fusion jusqu'à ce qu'il arrivât à présenter une surface brillante.

L'azote était préparé par le procédé qui consiste à faire brûler du phosphore dans l'air. L'étincelle, dans le gaz ainsi obtenu et raréfié, était d'abord violette et donnait le spectre cannelé; mais après la fusion du sodium elle était d'un bleu pâle et le spectre fourni était le spectre de second ordre avec sa raie verte caractéristique. L'expérience fut souvent répétée et le résultat constamment le même. Lorsque la quantité de sodium n'était pas suffisante pour l'absorption complète de l'oxygène, on observait un mélange des deux

spectres et ce mélange s'obtenait à des pressions très-différentes; ce n'est donc pas la pression qui en est la cause déterminante, mais bien la présence d'une quantité très-faible d'oxygène[1].

MINÉRALOGIE, GÉOLOGIE.

Delesse et de Lapparent. Revue de géologie pour les années 1869 et 1870. Tome IX.

La Revue que MM. Delesse et de Lapparent publient depuis 1860, et qui en est aujourd'hui à son neuvième volume, est bien connue de tous ceux qui s'occupent d'études géologiques. Outre l'avantage qu'on trouve à avoir réunie sous les yeux une collection considérable de notes et une abondante bibliographie, il n'est pas sans intérêt de pouvoir embrasser d'un seul coup d'œil les progrès accomplis pendant un an dans la marche de la science et de comparer, à ce point de vue, les divers volumes de cette publication périodique. En coordonnant méthodiquement et condensant en un volume un très-grand nombre de travaux disséminés dans les publications les plus diverses et dont plusieurs sont peu répandues, les auteurs font connaître beaucoup de documents précieux qui, sans cela, échapperaient facilement à l'attention d'une grande partie du public scientifique. On trouve dans chaque volume le résumé succinct de la plupart des travaux de quelque importance qui ont paru dans le courant de l'année précédente; il renferme aussi bon nombre d'observations inédites et des analyses de roches exécutées dans divers laboratoires de Paris.

[1] Cet article était déjà composé lorsque nous avons eu connaissance d'un autre travail de M. Schuster sur l'hydrogène, duquel il résulterait que ce gaz n'a également qu'un seul spectre, spectre aux trois raies brillantes, et que le spectre à bandes obtenu par M. Wüllner appartient à l'acétylène. Nous y reviendrons dans notre prochain numéro.

Ce nouveau volume, consacré aux années 1869 et 1870 est divisé en trois parties : 1° les roches, 2° les terrains, 3° la géologie dynamique. M. Delesse s'est occupé des roches, des phénomènes actuels et du métamorphisme ; M. de Lapparent a rendu compte des observations faites sur les terrains et les systèmes de montagnes ; le reste du travail a été fait en commun par ces deux éminents géologues.

La première partie est de beaucoup la plus considérable ; après un paragraphe consacré aux propriétés générales des roches, l'auteur passe en revue les travaux sur les combustibles, les roches calcaires, siliceuses, argileuses, feldspathiques, etc., puis les roches métallifères.

Dans la seconde partie, ce sont les travaux relatifs aux terrains mésozoïques qui tiennent la plus grande place. Dans la troisième, les auteurs traitent successivement de l'atmosphère, des eaux, de la chaleur, des modifications des roches (pseudomorphisme et métamorphisme), des mouvements de l'écorce terrestre, des systèmes de montagnes, des failles et des météorites.

Parmi les travaux inédits, je signalerai les recherches faites par l'un des auteurs de la Revue sur des roches métallifères de l'Espagne. M. Delesse décrit un gîte de fer oxydulé, situé sur la commune de Lezaca (Navarre espagnole), encaissé dans un schiste de transition à petite distance du granit : il décrit aussi des gîtes importants de fer spathique, partiellement changés en limonite, des environs d'Irun, en Espagne, non loin de la Bidassoa, et des filons de fer spathique très-cuprifère situés aux environs d'Ainhoue (Basses-Pyrénées).

Enfin, dans le chapitre consacré au métamorphisme, M. Delesse relate ses observations sur l'ophite d'Espelette (Basses-Pyrénées) qui empâte souvent des fragments de quartz et de schiste ; ces roches y sont en fragments anguleux et ne sont nullement altérés par l'ophite qui les enveloppe. Il faut donc que cette roche ait fait éruption à une température bien inférieure à celle du basalte.

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

Victor FATIO. FAUNE DES VERTÉBRÉS DE LA SUISSE. Vol. III : REPTILES ET BATRACIENS. In-8°, 616 pages avec 5 planches, dont 3 coloriées. Genève et Bâle, 1872.

Ce troisième volume de la faune de M. Fatio n'est en réalité que le second qui ait vu le jour. Celui qui aurait dû, suivant l'ordre zoologique, le précéder immédiatement, paraîtra plus tard. Nous ne devons pas nous plaindre de cette interversion qui ajourne la publication du volume consacré aux oiseaux; en effet, l'on possède sur l'ornithologie européenne de nombreux ouvrages dans lesquels nous trouvons facilement tous les renseignements désirables sur les oiseaux qui habitent nos contrées d'une manière permanente, les visitent régulièrement aux époques de leurs passages, ou y apparaissent accidentellement. Une histoire des oiseaux de la Suisse, bien qu'utile, n'est donc pas absolument indispensable. Pour les Reptiles et les Batraciens, au contraire, nous n'avions jusqu'à présent que quelques travaux monographiques très-limités, ou des ouvrages généraux dans lesquels les espèces européennes sont noyées au milieu de la multitude des espèces étrangères. Dans ces grandes publications, telles que l'Histoire des Reptiles par Duméril et Bibron, l'ouvrage de Schlegel sur les Serpents, ou les Catalogues du British Museum, les auteurs, débordés par l'ampleur du sujet, n'ont pas pu accorder à l'étude des variétés, aux questions de géographie zoologique et à la description des mœurs, le temps et les soins que l'on peut exiger d'un naturaliste qui restreint son champ d'observation à un petit pays comme le nôtre. Une histoire détaillée des Reptiles et des Batraciens de la Suisse comble, par conséquent, une fâcheuse lacune de notre littérature zoologique.

La faune erpétologique de la Suisse n'a pas de caractères tranchés ; elle compte à peu près toutes les espèces de l'Europe moyenne et centrale, mais elle n'en possède aucune

qui lui soit propre. En raison de la faible étendue de son territoire, la Suisse ne présente pas des éléments suffisants pour l'étude de la distribution horizontale des animaux qui l'habitent; elle offre, par contre, de nombreux faits intéressants de distribution verticale. Avec ses altitudes si variées, elle reproduit sur un espace restreint la distribution numérique des Reptiles que l'on observe en allant des régions tempérées vers les régions polaires. Ainsi, tandis que dans les plaines et les vallées basses on trouve vingt-neuf Reptiles et Batraciens, ce nombre déjà assez restreint va en diminuant rapidement à mesure que l'on s'élève sur les flancs des montagnes. A 2,000 mètres on ne rencontre plus guère que deux espèces de Reptiles et quatre de Batraciens. Sur ces six espèces, trois seulement sont communes avec la plaine. Avec les différences dans l'habitat se lient des particularités physiologiques dues évidemment à l'influence du milieu spécial dans lequel vivent les espèces alpestres. L'année se partage pour elles, comme pour les espèces de la plaine, en deux périodes, l'une de chaleur et d'activité, l'autre de froid et de repos. Seulement ici la période d'engourdissement s'allonge et la période d'activité se raccourcit; en sorte que le temps disponible pour les amours et le développement d'une nouvelle génération est extrêmement réduit. Un résultat remarquable de ce changement dans les conditions vitales, c'est que, d'une part, comme le fait ressortir M. Fatio, les trois espèces le plus exclusivement attachées à la montagne (*Lacerta vivipara*, *Pelias berus*, *Salamandra atra*) sont vivipares, de telle sorte que leurs petits échappent aux dangers auxquels ils pourraient être exposés dans leur état larvaire, et que, d'autre part, les espèces qui vivent également dans les parties plus basses et plus chaudes du pays, se développent dans les Alpes autrement que ne le font les individus de la plaine. Le lecteur trouvera des détails intéressants sur ce sujet dans les chapitres consacrés à la *Rana temporaria* et au *Triton alpestris*; celui qui traite de

la *Salamandra atra* contient de nombreux faits nouveaux et importants relatifs au développement de cette espèce.

Le nombre des espèces admises par Schinz dans son catalogue se montait à trente-trois, et était, par conséquent, plus élevé que celui que reconnaît M. Fatio. Cela tient à ce que Schinz avait introduit à tort dans la faune suisse des Reptiles et des Batraciens qui ne lui appartiennent pas, et qu'il avait séparé spécifiquement des formes que l'on n'admet aujourd'hui que comme simples variétés. Parmi les espèces douteuses, il en est une sur laquelle M. Fatio a réuni de nombreux documents sans arriver cependant à une conclusion bien certaine, soit dans un sens positif, soit dans un sens négatif, c'est la *Cistudo europæa*. Cette tortue, qui habite l'Europe méridionale et orientale, paraît avoir été abondante il y a deux siècles dans certaines parties du pays, telles que les cantons de Zurich et de Neuchâtel. Depuis quelques années on a signalé de nombreuses captures de la Cistude dans diverses localités, mais la plupart des cas de ce genre paraissent s'expliquer par des réintroductions artificielles. La Suisse semblerait, en conséquence, être complétement privée de Chéloniens. Les Sauriens y sont peu nombreux; M. Fatio n'en admet que cinq (*Lacerta* 4, *Anguis* 1). Les Ophidiens aglyphodontes sont représentés par six espèces (*Elaphis* 1, *Tropidonotus* 3, *Coronella* 1, *Zamenis* 1); les Toxodontes par deux espèces (*Pelias* 1, *Vipera* 1). Une septième espèce est indiquée avec doute, c'est le *Tropidonotus fallax*, qui a été décrit d'après un seul individu du Musée de Berne contenu dans un flacon portant l'étiquette « Suisse. » Les Batraciens, quoique comptant un genre de moins que les Reptiles, sont un peu plus nombreux en espèces que ceux-ci; les recherches de l'auteur lui ont fait reconnaître d'une manière authentique la présence de neuf Batraciens anoures (*Rana* 3, *Alytes* 1, *Bombinator* 1, *Bufo* 3, *Hyla* 1), et de six Batraciens urodèles (*Salamandra* 2, *Triton* 4). Les *Pelodytes punctatus*, *Pelobates fuscus* et *Triton marmoratus*

sont décrits, bien qu'éliminés de la liste des espèces suisses à laquelle on les avait joints à tort.

L'auteur donne pour chaque espèce, outre le nom latin, les noms français, allemands et italiens sous lesquels elle est connue dans les différentes parties du pays. De courtes diagnoses et des tableaux dichotomiques permettent de déterminer promptement les espèces. Après les diagnoses l'on trouve des descriptions détaillées dans lesquelles l'espèce est caractérisée d'une manière complète. Celles-ci sont suivies à leur tour des caractères différentiels des adultes et des jeunes, des mâles et des femelles, et de toutes les variétés observées. Il est seulement un point accessoire qui nous paraît laisser un peu à désirer. L'on ne trouve pas toujours mentionnés dans la synonymie les auteurs dont les ouvrages ont le plus d'autorité ou qui ont traité de quelque groupe spécial de l'erpétologie suisse. Nous remarquons presque partout, dans les synonymies, une absence complète de renvois aux ouvrages classiques de Duméril et Bibron, Gray, Günther, etc., tandis que nous avons une abondance de citations renvoyant aux détestables compilations d'Aldrovande, de Seba et autres auteurs pré-linnéens. Il est regrettable également que M. Fatio n'ait pas cru devoir indiquer la date des ouvrages cités, ou du moins classer ceux-ci par ordre chronologique. Mais, nous le répétons, ces critiques ne portent que sur des points tout à fait secondaires. La partie descriptive est, en somme, traitée d'une manière très-complète, et l'auteur ne s'est pas borné à faire connaître les caractères extérieurs des espèces; son ouvrage contient des chapitres fort intéressants sur les mœurs et l'organisation des Reptiles et des Batraciens. La partie physiologique n'a point été négligée; l'on trouvera beaucoup de renseignements sur la voix et les sens chez les Batraciens, sur le venin des Serpents et la sécrétion vénéneuse de certains Batraciens, sur la reproduction des membres chez les Urodèles, etc. Ce qui con-

cerne l'accouplement, la ponte et le développement a été traité *con amore*, et beaucoup de faits nouveaux dus aux observations personnelles de l'auteur sont venus augmenter les connaissances que nous possédions déjà sur ce sujet. La distribution géographique est donnée pour chaque espèce, non-seulement d'une manière générale, mais elle est en outre toujours coordonnée avec les modifications locales que l'espèce présente dans les différentes régions qu'elle habite. Ajoutons que le volume se recommande par son exécution typographique, ainsi que par l'exactitude et l'élégance des figures qu'il contient.

Si chaque pays de l'Europe possédait un ouvrage semblable sur ses Vertébrés, nos connaissances relatives aux animaux de cet embranchement présenteraient un degré de perfection qu'elles sont encore bien loin d'avoir atteint.

A. H.

Dr Emile HEUBEL. EXPERIMENTELLE BEITRÆGE, etc. RECHERCHES EXPÉRIMENTALES RELATIVES AUX CARACTÈRES CHIMIQUES ET A L'ACTION TOXIQUE DE LA FUMÉE DE TABAC. (*Central-Blatt für die Medicinischen Wissenschaften*, octobre 1872, p. 641.)

Il ne paraissait pas anciennement douteux que les effets toxiques du tabac fussent dus à la nicotine qu'il contient; mais dans ces dernières années plusieurs auteurs se sont demandé si les symptômes produits par l'acte de fumer ou par des lavements de tabac sont dus à la nicotine ou à diverses autres substances qui se trouveraient dans la fumée de tabac.

Bien plus, certains auteurs, et en particulier MM. Vohl et Eulenburg [1], en instituant des expériences à cet égard, ont

[1] Vierteljahrsschrift für gerichtl. und öffentl. Medecin, N. F. Bd XIV, p. 249, et Central-Blatt, 1871, p. 429.

cherché à démontrer que la nicotine, vu son excessive altérabilité, se décompose à la température élevée, nécessaire pour la combustion du tabac, et se réduit en produits divers, tels que la picoline, alcali isomère de l'aniline. C'est à ces produits secondaires que seraient dus, pour MM. Vohl et Eulenburg, les effets physiologiques produits par le tabac à fumer.

Dans le but d'éclaircir cette question obscure et intéressante, M. Heubel a institué à Erlangen, d'après les conseils et dans le laboratoire de M. le professeur Rosenthal, une série d'expériences physiologiques.

Dans ces recherches l'auteur a employé des cigares faits avec le tabac le plus commun du Palatinat. Vingt-cinq cigares étaient employés pour chaque expérience. La fumée aspirée au moyen d'un aspirateur était conduite à travers un appareil de Liebig bien refroidi, elle traversait de l'eau distillée, de l'alcool, de l'acide sulfurique concentré, auxquels l'auteur ajouta une fois une solution concentrée de potasse, puis venait se condenser dans un petit vase de verre.

L'auteur obtint ainsi un liquide brunâtre, ayant l'odeur bien connue du jus de tabac, d'un goût âcre et offrant une réaction alcaline. L'action physiologique de ce liquide fut étudiée sur des grenouilles chez lesquelles l'action de la nicotine est bien connue.

Sans nous étendre sur les détails de ce mémoire, nous nous contenterons d'en traduire les conclusions par lesquelles l'auteur le termine.

1° La fumée de tabac contient incontestablement de la nicotine dont la présence est démontrée, soit par l'analyse chimique, soit par l'analyse physiologique.

2° La nicotine apparaît toujours lors de la combustion lente (acte de fumer) des espèces de tabac relativement riches en nicotine ; l'alcaloïde se retrouve en notable proportion dans la fumée.



3° La nicotine se retrouve dans la fumée de tabac, surtout à l'état de sels de nicotine.

4° Le fait, que la nicotine, malgré sa notable volatilité et son peu de stabilité, n'est pas complétement décomposée dans l'acte de fumer, semble s'expliquer par la circonstance que, soit dans les feuilles de tabac, soit dans la fumée de tabac, la nicotine n'est pas à l'état d'alcaloïde pur, mais à celui de sels de nicotine plus stables.

5° Les phénomènes que produit la fumée de tabac sur l'organisme de l'homme et des animaux sont principalement dus à la nicotine que contient cette fumée. D^r P.

Dr J.-B. Langlet. Étude critique sur quelques points de la physiologie du sommeil. Thèse de Paris, 1872, éditée chez Louis Leclerc, libraire.

L'auteur de ce mémoire cherche, soit en répétant les expériences de ses devanciers, qu'il analyse avec soin, soit en instituant de nouveaux procédés d'observation, à se rendre compte de l'état de la circulation cérébrale pendant le sommeil.

Sans parler des anciennes théories plus ou moins obscures qui avaient été avancées pour expliquer le sommeil, rappelons que M. Durham (1860) et M. Hammond (1866), chacun de leur côté, par des expériences devenues célèbres, crurent avoir démontré que pour le cerveau, l'anémie correspondait à la période de repos aussi bien que la congestion correspondait à la période d'activité de l'organe. Cette manière de voir, née de l'expérimentation, admise par M. Guéneau de Mussy (1866), M. Régnard (1868), M. Cl. Bernard et d'autres, a été généralement acceptée par les physiologistes et la théorie de l'anémie cérébrale, comme cause du sommeil, a succédé à la théorie de la congestion qui longtemps avait seule tenu la place.

Les expériences fondamentales des auteurs signalés ci-dessus consistaient surtout à mettre à nu une partie du cerveau d'un animal et à observer la manière dont se comportait l'organe pendant le sommeil naturel, ou pendant le sommeil artificiel dû à divers anesthésiques. Remarquant généralement alors que le cerveau, après avoir fait saillie au début de l'anesthésie, s'affaissait et semblait pâlir pendant le sommeil, ils en conclurent que pendant le sommeil il y a anémie cérébrale.

M. Langlet croit que cette manière d'expérimenter est sujette à de nombreuses causes d'erreurs, et que les conclusions que l'on en tire ne sont pas exactes. Le sommeil produit par les anesthésiques est précédé par une période d'excitation ; ces agents amènent une gêne souvent considérable de la respiration et des efforts violents qui modifient trop la circulation cérébrale pour que l'on puisse se faire une idée nette de l'état dans lequel se trouve le cerveau mis à nu.

M. Langlet pense qu'il est mieux de recourir à des moyens indirects pour observer l'état de la circulation cérébrale pendant le sommeil. Il cherche en particulier à se rendre un compte exact de la relation qui existe entre l'état de dilatation plus ou moins considérable des pupilles et la circulation cérébrale, afin d'avoir dans l'examen des pupilles un critérium facile à observer qui puisse, pour ainsi dire, lui servir de miroir de la circulation cérébrale.

Les causes qui anémient le cerveau amènent, comme il le prouve expérimentalement, une dilatation pupillaire ; la congestion de l'organe s'accompagne d'une contraction pupillaire.

De nombreuses observations de la pupille, faites surtout chez des enfants, ont démontré à M. Langlet que la pupille est, comme l'avait déjà observé M. Gubler, contractée pendant le sommeil, la pupille se dilatant au réveil.

Or, rapprochant ces deux faits, M. Langlet croit pouvoir en

conclure que le sommeil, étant accompagné de contraction pupillaire, doit être accompagné de congestion et non d'anémie cérébrale qui produirait, au contraire, une dilatation de la pupille.

L'auteur cherche à confirmer cette opinion par des preuves tirées de la pathologie, et cherche à démontrer que c'est dans les affections de nature anémique, amenant un appauvrissement du sang (chlorose, anémie, convalescence de maladies graves, etc., etc.) que l'on observe souvent l'insomnie, et que c'est bien plutôt dans les affections qui produisent la congestion cérébrale que l'on observe la somnolence.

Pour M. Langlet l'anémie cérébrale, quoique n'étant pas incompatible avec un sommeil régulier, détermine le plus ordinairement des phénomènes tout autres. Si le sommeil peut se rencontrer avec une forte congestion ou avec une anémie, même considérable, il n'est vraiment réparateur que lorsqu'une légère augmentation de l'afflux sanguin permet aux échanges nutritifs de se faire avec activité.

C'est en effet dans ce fait de la nutrition du cerveau bien plus que dans une plus ou moins grande vascularité qu'est le grand intérêt de cette question du sommeil.

L'auteur avoue, en terminant, que de nombreuses lacunes existent encore dans cette question. Malgré cela nous pensons qu'il n'est point inutile de signaler un travail contenant des faits nombreux qui semblent être contraires à la théorie de l'anémie cérébrale assez généralement admise comme cause du sommeil. Dr P.

H. de Lacaze Duthiers. Développement des Coralliaires. Premier mémoire : Actiniaires sans polypier. (*Archives de Zoologie expérimentale*; tome I, p. 289-396; pl. XI-XVI. 1872.)

Les recherches de M. de Lacaze Duthiers nous révèlent des faits curieux et inattendus qui démontrent d'une manière

particulièrement frappante combien il est dangereux de vouloir se rendre compte de la formation des organes d'après leur apparence chez les animaux adultes.

Nous sommes habitués à voir la symétrie des parties chez les êtres organisés dominer davantage pendant la période embryonnaire qu'à l'état adulte. Les arrêts ou les excès de développement tendent, en général, à détruire plutôt qu'à faire naître cette symétrie. Les parties homologues d'une fleur ou d'un fruit, les appendices d'un animal articulé, etc., peuvent se présenter avec des différences notables de taille ou de forme dans leur état définitif bien qu'au commencement ils aient tous été semblables les uns aux autres. Aussi, lorsque nous trouvons une égalité et une symétrie dans ces organes arrivés à leur développement complet, nous supposons que cela est dû à une persistance de l'état primitif. C'est par suite de cette idée que l'on avait admis jusqu'à présent que, dans un polype, les cloisons ou les tentacules d'un même cycle, étant égaux entre eux, devaient être du même âge, c'est-à-dire avoir apparu simultanément. On était même allé jusqu'à formuler la loi suivante : « Les cloisons dans chaque calice des polypiers ayant même grandeur ont même âge et correspondent à une même formation ; les cloisons les plus grandes, les plus développées sont les plus âgées, les premières formées. »

M. de Lacaze Duthiers démontre jusqu'à l'évidence que cette loi établie *a priori* est fausse. L'observation prouve, en effet, que la régularité presque mathématique que l'on observe dans les loges peri-œsophagiennes ou les tentacules d'une Actinie n'existe pas lors de la première appartion de ces parties, et que la symétrie qu'elles présentent plus tard est le résultat d'une inégalité de croissance qui donne naissance à des cycles réguliers.

Les études de l'auteur ont porté sur l'*Actinia mesembryanthemum*, sur deux espèces de *Sagartia* et sur la *Bunodes gem-*

macea. C'est la première de ces espèces qu'il a suivie de la manière la plus complète dans tout son développement.

M. de Lacaze Duthiers n'a jamais pu être témoin du fractionnement; il suppose que la fécondation s'effectue dans l'ovaire et que c'est là que se passe le phénomène de la division du vitellus.

L'œuf au sortir de l'ovaire est revêtu d'une couche d'aspérités qui disparaît très-vite après la chute des œufs dans la cavité viscérale.

L'embryon se montre, en général, d'abord ovoïde, quelquefois sphérique; il peut, du reste, changer assez de forme sous l'influence d'expansions ou de contractions plus ou moins fortes. Sa surface se recouvre bientôt de cils vibratiles; en même temps l'une des extrémités devient un peu conique et est terminée par une touffe de cils plus développés, quelquefois très-longs, tandis que l'autre devient obtuse. Sur l'aplatissement de cette extrémité il se forme une dépression allongée entourée d'un bourrelet circulaire et conduisant dans une cavité interne; c'est la bouche. On voit ensuite la couche transparente qui constitue le revêtement externe de l'embryon, s'avancer vers le centre suivant deux méridiens opposés qui correspondent à peu de chose près au milieu de la longueur de la bouche. C'est ainsi que se forment les deux premières cloisons qui sont, par conséquent, situées dans un plan perpendiculaire à celui du grand axe de la fente buccale. Vu par le côté buccal l'embryon a l'apparence d'un 8, et la comparaison est d'autant plus juste que, de même que pour les boucles du 8, l'une des moitiés produites par cet étranglement, ou la supérieure, est plus petite que l'autre, ou l'inférieure.

La première trace des cloisons et, par conséquent, des loges de l'Actinie n'est donc point radiaire, mais bien paire.

La formation des replis du second ordre a lieu exactement comme celle des replis de premier ordre. Ils apparaissent dans

la plus grande des deux moitiés, qui se trouve ainsi divisée en 3 portions, dont l'impaire est presque aussi grande que la deuxième moitié primaire qui lui est opposée. A ce moment l'embryon vu par la face buccale présente quatre parties. dont deux se trouvent en continuation du grand axe de la bouche et les deux autres en continuation du petit axe. On peut exprimer le nombre des parties qui existent pendant cette phase par la notation suivante, dans laquelle la petite moitié est indiquée la première : 1+(2+1). A partir de ce moment les deux premières loges formées resteront opposées l'une à l'autre aux extrémités de la bouche, et impaires; les autres se formeront toujours symétriquement et par paires de chaque côté du grand axe buccal.

La troisième paire de cloisons se développe par l'intercalation des deux nouvelles cloisons dans la plus petite des deux moitiés primitives qui était restée jusque-là indivise, et qui se trouve ainsi partagée en trois parties à peu près égales. On avait eu d'abord trois loges pour la grande moitié; on en a maintenant trois aussi pour la petite, et cette phase de 6 loges peut être exprimée par la notation (1+2)+(2+1).

Mais cette phase dans laquelle l'on rencontre le nombre 6 est très-vite franchie, très-fugace, et il est rare que l'on ne voie pas apparaître, en même temps que les cloisons de la troisième paire, l'origine de celles de la quatrième paire qui naissent dans la grande moitié. Le nombre des lobes ou loges passe ainsi rapidement de 4 à 8. Cette phase de 8 peut être représentée par 3+5, trois désignant le nombre des loges de la petite moitié et cinq celui des loges de la grande. On peut décomposer cette notation de la manière suivante : (1+2) +(2+2+1).

La période du nombre 8, comme celle du nombre 4, coïncide avec un temps d'arrêt; il ne se fait pas de nouveaux changements jusqu'à ce que les cloisons aient atteint le centre et que les loges se soient égalisées. C'est dans cette pé-

riode que se forme un péristome ovalaire délimitant la fente buccale.

Du nombre 8 on passe au nombre 10 par la formation de deux nouvelles cloisons (5me paire) dans la loge de la grande moitié la plus voisine des cloisons primaires. La distribution des loges dans les deux moitiés peut alors être exprimée comme suit: (1+2)+(2+2+2+1). C'est pendant cette période que le péristome devient polygonal.

La phase du nombre 10, comme celle du nombre 6, ne dure que très-peu de temps. Les 5me et 6me paires de cloisons apparaissent presque simultanément, de sorte que le nombre des loges passe très-rapidement de 8 à 12. La 6me paire de cloisons se formant dans la moitié supérieure, l'on a alors pour formule des loges (5+7) ou (1+2+2)+(2+2+2+1).

Les observations précédentes suffisent pour montrer que le nombre 6 ne représente qu'une étape passagère qui fait rapidement place au nombre 8, et que le nombre 12 n'est pas dû, comme on le croyait jusqu'à présent, à deux cycles successifs de 6 loges. Le résultat final est, il est vrai, le même, mais la marche suivie est d'abord celle d'une symétrie paire et non radiaire. L'on peut donc établir qu'il y a « d'abord production du nombre des éléments, soit de la quantité, ensuite régularisation des proportions conduisant à une symétrie qui, en apparence, semble avoir une origine autre que celle qu'on trouve en étudiant l'évolution. »

La même loi s'observe dans le développement des tentacules qui sont des prolongements supérieurs des loges. On peut souvent constater déjà l'existence de ceux-ci sur des embryons qui n'ont encore que 8 loges. Le tentacule qui apparaît le premier est celui qui prolonge l'une des deux loges primaires ou impaires, et presque toujours celle du lobe impair correspondant à la plus grande des deux moitiés primitives. Il se développe d'abord plus que les autres et s'élève en forme de corne. Le nombre 8 se montre très-rapidement, et l'on arrive au nombre 12 sans que jamais 6

tentacules se soient formés égaux et que six autres aient apparu tous ensemble entre ces premiers.

Lorsque les 12 tentacules sont nés, il y a une tendance à la formation de rayons alternativement grands et petits, et l'Actinie arrive à avoir deux couronnes, l'une de 6 grands tentacules, l'autre de 6 petits tentacules alternant avec les premiers ; c'est ce que l'on appelait jusqu'à présent: « les deux premiers cycles. » La manière dont ces polypes tiennent quelquefois leurs tentacules était bien faite, il faut le reconnaître, pour ancrer les naturalistes dans la fausse idée qu'ils se faisaient du mode d'origine de ces deux cycles ; on voit, en effet, de petites Actinies à 12 tentacules relever les 6 plus grands et abaisser les 6 plus petits, disposition qui tend à rendre les deux cycles plus distincts.

En examinant une Actinie pourvue de 24 tentacules, on remarque que ceux-ci sont alternativement grands, moyens et petits, et l'on peut distinguer trois cycles qui comprennent 6 tentacules de premier ordre (de grandeur), 6 de deuxième ordre, et 12 de troisième ordre. Les apparences parlent donc hautement en faveur d'une apparition simultanée de tous les tentacules du même ordre qui seraient nés dans les intervalles existant entre ceux de l'ordre précédent. Nous avons vu que ces apparences étaient trompeuses en ce qui concerne les tentacules des deux premiers cycles; elles ne le sont pas moins pour les 12 tentacules du dernier cycle. En réalité ces tentacules de troisième ordre n'ont apparu que dans 6 intervalles, mais dans chaque intervalle il en est né une paire. Ces nouveaux tentacules ne sont, comme les précédents, que des prolongements de loges nouvelles. Au moment de leur apparition, qui a lieu dans des intervalles à peu près déterminés, ils sont petits et rompent la symétrie de la couronne tentaculaire. Mais, après qu'ils se sont formés, il se fait un travail de régularisation, et, tandis que certains tentacules restent stationnaires, d'autres, de formation plus

récente qu'eux, les dépassent, de sorte que l'Actinie présente bientôt trois cycles parfaitement distincts.

Au delà de cette période l'observation devient difficile ; cependant, le mode d'apparition des nouvelles loges et cloisons sur le bord de la circonférence du pied montre que la multiplication des parties de 24 à 48 se fait comme dans la période précédente. Il semble en être encore de même lorsque le nombre des tentacules s'élève à 96 et au-dessus.

Tels sont les faits principaux que M. de Lacaze Duthiers a constatés en suivant pas à pas le développement des Actinies. Nous regrettons que la place dont nous pouvons disposer ne nous permette pas d'entrer dans plus de détails, et en particulier, de reproduire les lois claires et simples dans lesquelles l'auteur a formulé les résultats de ses observations.

Comme suite à cette histoire du développement des Actiniaires sans polypier, M. de Lacaze Duthiers nous promet un mémoire sur le développement de l'*Astroides calycularis* dans lequel sera traitée la question des cloisons du polypier et de leur âge relatif. Nous espérons voir bientôt paraître ce travail et pouvoir en rendre compte en même temps que de celui que M. Semper a publié récemment sur le même sujet[1].

A. H.

[1] *C. Semper*, Ueber Generationswechsel bei Steinkorallen und über das M. Edwards'sche Wachsthumsgesetz der Polypen. — Zeitschr. für wiss. Zool. vol. XXII (1872), 2me cahier, p. 235.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS D'OCTOBRE 1872

Le 1er, rosée le matin.
11, forte rosée le matin.
15, il a neigé la nuit sur toutes les montagnes des environs.
16, gelée blanche le matin, la première de la saison ; le minimum est descendu aussi pour la première fois au-dessous de 0.
19, rosée le matin.
26, idem.
30, idem.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 7 à 10 h. matin	732,04
13 à 10 h. matin	725,07
15 à 10 h. matin	725,37
18 à 10 h. soir	723,15
20 à 8 h. soir	720,90
23 à 10 h. soir	721,25
27 à 10 h. matin	724,74
30 à 10 h. matin	733,47

MINIMUM.

	mm
Le 3 à 4 h. après m	720.68
11 à 4 h. après m	720.20
14 à 8 h. soir	719,90
17 à 6 h. matin	716,93
19 à 8 h. soir	718.09
22 à 6 h. soir	716.89
25 à 2 h. après m	715,16
28 à 6 h. matin	720.52

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation Minim	Fract. de saturation Maxim.	Pluie ou neige Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône Midi.	Temp. du Rhône Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	o
1	726,65	— 0,07	+15,31	+ 3,02	+ 9,1	+22,1	8,70	—0,05	715	— 99	440	960	...	...	N. 1	0,14	13,4	— 2,4	148
2	724,27	— 2,42	+14,18	+ 2,05	+11,9	+18,2	10,10	+1,42	845	+ 29	670	980	3,9	6	variable	0,91	13,6	— 2,0	146
3	721,78	— 4,88	+13,75	+ 1,78	+11,5	+16,9	10,71	+2,10	922	+105	800	990	12,8	4	variable	0,94	14,9	— 0,6	140
4	722,70	— 3,93	+11,14	— 0,67	+10,6	+14,5	9,82	+1,28	987	+168	960	1000	55,9	24	NNE. 1	1,00	15,6	+ 0,2	...
5	726,88	+ 0,28	+10,78	— 0,87	+ 9,4	+14,1	8,94	+0,47	939	+119	800	1000	15,2	13	variable	1,00	15,5	+ 0,2	...
6	728,56	+ 1,99	+10,82	— 0,67	+ 9,4	+13,2	8,06	—0,34	849	+ 27	760	970	15,7	7	NNE. 1	1,00	—	—	147
7	730,96	+ 4,42	+10,80	— 0,52	+ 9,9	+12,8	8,13	—0,20	865	+ 41	770	970	2,5	4	NNE. 1	1,00	15,3	+ 0,2	150
8	728,66	+ 2,15	+11,16	0,00	+ 9,8	+13,8	9,55	+1,29	977	+152	920	980	...	...	variable	1,00	15,1	+ 0,1	150
9	724,18	— 2,31	+11,35	+ 0,36	+ 9,9	+13,0	9,91	+1,72	970	+143	940	990	17,3	13	SO. 1	1,00	15,1	+ 0,2	149
10	723,04	— 3,43	+10,41	— 0,72	+ 6,1	+15,6	7,28	—0,84	814	— 14	640	980	3,4	5	S. 1	0,71	14,9	+ 0,2	150
11	721,21	— 5,24	+ 9,72	— 0,94	+ 4,1	+15,6	6,71	—1,34	757	— 72	490	870	2,4	3	SSO. 1	0,62	14,8	+ 0,2	149
12	721,98	— 4,45	+ 9,09	— 1,40	+ 7,2	+13,0	5,67	—2,31	711	—119	510	810	...	...	SSO. 1	0,79	11,8	— 2,7	147
13	724,13	— 2,28	+ 7,81	— 2,51	+ 5,2	+10,8	6,79	—1,12	862	+ 31	740	910	0,9	2	variable	1,00	—	—	146
14	721,94	— 4,45	+ 6,98	— 3,17	+ 4,1	+ 9,1	7,17	—0,66	970	+138	870	990	33,2	21	SO. 1	1,00	13,1	— 1,2	146
15	725,03	— 1,34	+ 6,15	— 3,83	+ 3,0	+10,1	5,40	—2,35	782	— 51	610	920	4,9	4	SSO. 1	0,64	13,6	— 0,5	145
16	720,67	— 5,69	+ 6,29	— 3,52	— 1,2	+13,0	5,49	—2,18	759	— 75	570	1000	...	...	variable	0,78	13,4	— 0,6	145
17	717,53	— 8,83	+ 8,20	— 1,44	+ 5,5	+12,0	6,98	—0,61	869	+ 34	690	960	...	...	variable	0,97	12,1	— 1,8	145
18	721,24	— 5,12	+ 9,25	— 0,22	+ 4,9	+15,1	7,59	+0,08	872	+ 36	670	990	...	...	variable	0,77	12,6	— 1,1	...
19	720,42	— 5,93	+11,77	+ 2,47	+ 5,5	+20,2	7,87	+0,44	772	— 64	430	950	...	...	SSO. 1	0,77	12,6	— 1,0	142
20	719,36	— 6,99	+10,87	+ 1,74	+ 9,8	+14,8	8,97	+1,62	940	+103	820	970	8,0	4	variable	0,96	—	—	142
21	719,81	— 6,54	+ 9,39	+ 0,43	+ 6,2	+13,4	7,59	+0,32	870	+ 33	650	950	0,1	1	variable	0,54	12,7	— 0,7	142
22	718,79	— 7,56	+ 9,33	+ 0,54	+ 7,1	+11,9	7,93	+0,74	915	+ 77	800	940	5,5	7	variable	0,96	12,8	— 0,4	142
23	720,68	— 5,66	+ 9,97	+ 1,36	+ 6,9	+16,1	7,15	+0,04	796	— 42	590	940	0,2	1	SO. 1	0,60	12,8	— 0,3	140
24	717,85	— 8,49	+10,14	+ 1,70	+ 6,1	+14,8	7,21	+0,18	789	— 50	580	950	0,3	1	variable	0,66	12,9	— 0,1	143
25	715,54	—10,80	+11,33	+ 3,06	+ 8,6	+16,0	7,33	+0,38	745	— 94	590	880	0,2	1	SSO. 1	0,66	12,9	+ 0,1	143
26	720,99	— 5,35	+ 9,26	+ 1,16	+ 4,2	+15,7	6,13	—0,74	708	—132	510	880	...	...	variable	0,38	12,9	+ 0,2	144
27	724,02	— 2,32	+ 9,81	+ 1,89	+ 7,6	+13,3	6,65	—0,14	750	— 90	600	920	..	...	N. 1	0,56	—	—	150
28	720,81	— 5,53	+ 9,14	+ 1,39	+ 7,7	+12,5	8,61	+1,89	977	+136	960	1000	37,1	16	variable	1,00	12,8	+ 0,4	150
29	731,93	+ 5,58	+ 8,65	+ 1,08	+ 5,3	+12,0	6,10	—0,55	763	— 78	500	950	13,8	7	variable	0,62	12,6	+ 0,3	151
30	732,30	+ 5,95	+ 7,31	— 0,09	+ 2,0	+12,8	6,15	—0,43	813	— 29	640	940	...	...	SSO. 1	0,79	12,3	+ 0,1	152
31	728,73	+ 2,38	+10,81	+ 3,58	+ 5,2	+19,1	6,25	—0,26	703	—139	400	980	...	...	variable	0,04	12,5	+ 0,5	154

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	725,64	726,02	726,24	725,98	725,48	725,34	725,80	726,15	726,30
2e »	721,61	721,81	721,82	721,45	721,04	720,83	721,02	721,29	721,48
3e »	722,96	723,57	723,49	722,95	722,34	722,24	722,57	722,90	723,14
Mois	723,39	723,79	723,84	723,45	722,93	722,79	723,11	723,43	723,62
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+10,83	+11,42	+12,45	+13,75	+13,85	+13,60	+12,64	+12,07	+11,44
2e »	+ 5,71	+ 6,92	+10,39	+11,65	+12,00	+11,59	+ 9,63	+ 8,54	+ 7,60
3e »	+ 6,96	+ 7,84	+10,67	+12,73	+12,90	+12,27	+10,37	+ 9,71	+ 8,83
Mois	+ 7,81	+ 8,70	+11,16	+12,71	+12,92	+12,48	+10,87	+10,10	+ 9,28
Tension de la vapeur.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	8,95	9,11	9,32	9,31	9,37	9,38	9,21	9,33	9,32
2e »	6,39	6,60	6,98	7,17	7,09	7,07	7,44	7,24	6,96
3e »	6,85	6,90	7,40	7,05	6,99	7,18	7,44	7,29	7,22
Mois	7,38	7,52	7,88	7,82	7,79	7,85	8,01	7,93	7,81
Fraction de saturation en millièmes.									
1re décade	925	905	869	805	799	820	842	890	920
2e »	924	873	731	703	685	703	829	864	884
3e »	911	865	776	650	647	679	792	814	846
Mois	920	880	792	717	708	732	820	855	882

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 9,76	+15,42	0,87	+14,82	126,7	147,5
2e »	+ 4,81	+13,37	0,83	+13,00	49,4	145,2
3e »	+ 6,08	+14,33	0,62	+12,72	57,2	146,5
Mois	+ 6,86	+14,37	0,77	+13,50	233,3	146,4

Dans ce mois, l'air a été calme 5,38 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,56 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 40,1 O., et son intensité est égale à 23,4 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS D'OCTOBRE 1872.

Le 1er, brouillard le soir.
Du 2 au 9 inclusivement, brouillard sans interruption.
Le 10, brouillard au milieu de la journée, clair le soir.
13, 14 et 15, brouillard, neige; la neige tombée le 15 pendant peu de temps n'a pas pu être mesurée.
16, brouillard le soir.
17, 18, 19 et 20, brouillard continuel, neige.
21 et 22, brouillard une grande partie de la journée.
23, 24 et 25, brouillard tout le jour.
26, clair le matin, brouillard le soir.
27, idem, idem.
28 et 29, brouillard tout le jour.
30, clair le matin; brouillard le soir.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 1 à 8 et 10 h. soir	567,59	Le 4 à 6 h. matin	561,02
7 à midi	570,75	12 à 10 h. matin	557,63
13 à midi	562,02	14 à 8 h. soir	559,16
15 à 10 h. soir	560,30	17 à 6 h. matin	557,96
18 à 10 h. soir	565,80	25 à midi	555,46
27 à 10 h. soir	564,68	28 à 2 h. après m.	561,07
31 à 10 h. soir	568,58		

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 heures.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale.	Baromètre. Minimum.	Baromètre. Maximum.	Température C. Moyenne des 24 heures.	Température C. Écart avec la température normale.	Température C. Minimum*	Température C. Maximum*	Pluie ou neige. Hauteur de la neige.	Pluie ou neige. Eau tombée dans les 24 h.	Pluie ou neige. Nombre d'heures.	Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	millim.	millim.	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim			
1	567,14	+ 1,28	566,69	567,59	+ 3,63	+ 2,12	+ 1,5	+ 6,1	.....	.....	....	SO. 1	0,69
2	566,41	+ 0,64	566,07	566,91	+ 1,79	+ 0,43	+ 1,0	+ 2,4	.....	15,1.	....	SO. 2	1,00
3	565,37	— 0,31	565,00	566,15	+ 2,57	+ 1,36	+ 2,2	+ 3,0	.....	4,7.	....	SO. 3	1,00
4	562,50	— 3,09	561,02	564,15	+ 2,62	+ 1,56	+ 2,2	+ 3,8	.....	95,7.	....	SO. 3	1,00
5	564,75	— 0,75	563,79	565,32	+ 2,25	+ 1,34	+ 0,2	+ 3,3	.....	34,5.	....	SO. 2	1,00
6	566,72	+ 1,31	563,93	569 01	+ 3,27	+ 2,51	+ 2,8	+ 4,2	.....	14,5.	....	SO. 1	0,90
7	570,04	+ 4,72	569,52	570,75	+ 2,81	+ 2,20	+ 1,6	+ 4,2	.....	4,9.	....	SO. 1	0,87
8	567 81	+ 2,57	567,10	568,81	+ 3,35	+ 2,88	+ 2,2	+ 4,4	.....	6,7.	....	SO. 1	0,91
9	562,71	— 2,44	562,19	564,28	+ 1,53	+ 1,21	+ 0,6	+ 3,0	.....	12,0.	....	NE. 1	0,90
10	560,69	— 4,37	560,34	561,42	— 0,72	— 0,89	— 2,8	+ 0,8	.....	.....	....	NE. 1	0,82
11	559,15	— 5,82	558,19	560,50	+ 0,16	+ 0,14	— 1,6	+ 1,4	.....	.....	....	SO. 1	0,12
12	559,35	— 5,53	557,63	560,40	— 2,27	— 2,13	— 3,4	— 0,4	260	8,2.	....	NE. 1	0,27
13	561,28	— 3,51	560,43	562,02	— 2,81	— 2,51	— 4,0	— 1,6	140	15,8.	....	SO. 2	1,00
14	559,44	— 5,26	559,16	559,80	— 1,21	— 0,76	— 2,0	0,0	240	31,7.	....	SO. 3	0,91
15	560,00	— 4,61	559,89	560,30	— 5,41	— 4,81	— 6,2	— 4,3	.....	.....	....	NE. 1	0,78
16	558,64	— 5,88	558,56	558,96	— 5,78	— 5,03	— 8,7	— 4,5	.....	.....	....	SO. 2	0,80
17	559,09	— 5,35	557,96	561,08	— 3,00	— 2,09	— 3,2	— 2,3	50	7,8.	....	SO. 3	1,00
18	564,43	+ 0,07	562,95	565,80	— 1,01	+ 0,06	— 2,0	— 0,2	40	5,0.	....	SO. 2	1,00
19	564,17	— 0,11	562,53	565,44	— 0,39	+ 0,83	— 0,5	+ 0,1	.....	.....	....	SO. 1	0,88
20	559,35	— 4,85	559,18	560,00	— 0,84	+ 0,53	— 1,5	+ 0,4	150	24,2.	....	SO. 1	0,98
21	559,45	— 4,67	559,19	559,94	— 2,98	— 1,46	— 3,1	— 2,2	.....	.....	....	SO. 1	1,00
22	559,35	— 4,69	558,60	559,82	— 1,62	+ 0,05	— 2,0	— 1,0	.....	.....	....	NE. 1	0,64
23	559,64	— 4,32	558,63	560,41	— 3.30	— 1,47	— 4,0	— 2,1	140	33,4.	....	SO. 1	0,87
24	558,52	— 5,36	557,49	560,52	— 2,90	— 0,92	— 3,1	— 2,4	.....	.....	....	SO. 2	0,58
25	555,73	— 8,07	555,46	556,22	— 0,89	+ 1,24	— 2,4	+ 0,3	.....	.....	....	SO. 1	0,89
26	559,49	— 4,23	557,80	560,93	— 4,61	— 2,33	— 7,1	— 2,0	.....	.....	....	SO. 1	0,47
27	563,79	+ 0,14	562,18	564,68	— 2,60	— 0,17	— 3,5	— 0,6	.....	.....	....	SO. 1	0,68
28	561,77	— 1,81	561,07	562,79	— 0,97	+ 1,61	— 2,0	+ 0.4	250	52,9.	....	SO. 1	0,98
29	565,16	+ 1,65	563,27	566,22	— 5,43	— 2,70	— 7,1	— 4,0	.....	.....	....	NE. 3	1,00
30	567,37	+ 3,93	566,65	567,94	— 2,65	+ 0,23	— 8,4	+ 2,0	.....	.....	....	NE. 1	0,58
31	568,19	+ 4,82	567,58	568,58	+ 6,19	+ 9,21	+ 4,6	+ 9,2	.....	.....	....	calme	0,02

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS D'OCTOBRE 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	565,33	565,50	565,71	565,67	565,48	565,40	565,33	565,51	565,61
2e «	560,38	560,58	560,85	560,74	560,49	560,54	560,49	560,56	560,61
3e «	561 30	561,80	561,89	561,73	561,64	561,71	561,88	561,96	562,02
Mois	562,30	562,60	562,78	562,68	562,51	562,52	562,54	562,65	562,72
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 2,10	+ 2,38	+ 2,77	+ 3,34	+ 3,13	+ 2,80	+ 2,55	+ 1,89	+ 1,74
2e «	— 3,20	— 2,45	— 1,84	— 1,47	— 1,45	— 1,51	— 1,80	— 2,24	— 2,45
3e «	— 3,01	— 2,39	— 1,65	— 1,09	— 1,25	— 1,15	— 1,59	— 1,85	— 1,93
Mois	— 1,42	— 0,87	— 0,28	+ 0,22	+ 0,10	+ 0,01	— 0,32	— 0,77	— 0,91

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 1,15	+ 3,92	0,91	188,1	—
2e «	— 3,31	— 1,14	0,77	92,7	880
3e «	— 3,46	— 0,22	0,70	86,3	390
Mois	— 2,67	+ 0,82	0,79	367,1	1270

Dans ce mois, l'air a été calme 6,00 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,32 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45 O., et son intensité est égale à 74,9 sur 100.

* Voir la note du tableau

RÉSUMÉ MÉTÉOROLOGIQUE

DE L'ANNÉE 1871

POUR

GENÈVE ET LE GRAND SAINT-BERNARD

PAR

M. E. PLANTAMOUR

Professeur

Les observations météorologiques ont été faites et réduites en 1871, dans les deux stations, suivant le même système que dans les années précédentes ; je résumerai également de la même manière les résultats principaux, ainsi que la comparaison avec la moyenne.

Température a Genève 1871.

Époque	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne	Minimum moyen	Maximum moyen
Déc. 1870.	− 1°,04	− 0°,62	− 1°,19	− 1°,79	− 2°,00	− 2°,31	− 2°,53	− 2°,59	− 2°,61	− 2°,84	− 2°,89	− 2°,08	− 2°,04	− 4°,50	+ 0°,66
Janv. 1871	− 1,27	− 0,88	− 1,48	− 2,34	− 2,70	− 3,22	− 3,58	− 3,81	− 3,95	− 4,12	− 3,95	− 2,70	− 2,83	− 5,52	+ 0,07
Février . .	+ 4,33	+ 5,09	+ 5,15	+ 3,76	+ 2,44	+ 1,56	+ 0,77	+ 0,11	− 0,54	− 0,62	− 0,20	+ 2,11	+ 1,99	− 1,69	+ 6,66
Mars . . .	+ 7,46	+ 8,26	+ 8,12	+ 7,03	+ 5,57	+ 4,77	+ 3,94	+ 2,88	+ 2,01	+ 2,36	+ 3,66	+ 5,89	+ 5,16	+ 1,44	+ 9,61
Avril . . .	+13,28	+13,73	+13,41	+12,37	+10,74	+ 9,83	+ 8,64	+ 6,92	+ 5,76	+ 6,44	+ 9,20	+11,21	+10,13	+ 5,45	+15,43
Mai	+15,82	+17,41	+17,70	+16,74	+14,54	+12,86	+11,10	+ 9,10	+ 8,24	+ 9,54	+12,09	+13,96	+13,26	+ 7,32	+18,85
Juin. . . .	+16,73	+17,09	+17,36	+16,32	+14,30	+12,76	+11,50	+10,46	+10,15	+11,29	+13,78	+15,01	+13,90	+ 9,46	+19,08
Juillet. . .	+21,90	+23,23	+23,52	+22,61	+20,28	+18,26	+16,62	+15,21	+14,89	+16,27	+18,80	+20,36	+19,33	+14,24	+25,15
Août . . .	+22,27	+23,43	+23 60	+22,14	+19,60	+17,57	+16,01	+14,40	+13,40	+14,34	+17,69	+20,27	+18,73	+13,13	+24,62
Septembre	+20,58	+21,66	+20,94	+19,36	+17,44	+16,46	+15,43	+14,07	+13,12	+13,72	+16,58	+18,92	+17,36	+12,84	+23,18
Octobre. .	+10,88	+11,56	+11,01	+ 9,70	+ 9,00	+ 8,42	+ 8,11	+ 7,71	+ 7,43	+ 7,52	+ 8,09	+ 9,55	+ 9,08	+ 6,74	+12,38
Novembre	+ 3,27	+ 3,68	+ 3,13	+ 2,49	+ 2,15	+ 1,68	+ 1,40	+ 1,17	+ 1,02	+ 1,04	+ 1,24	+ 2,33	+ 2,05	+ 0,23	+ 4,40
Hiver . . .	+ 0,55	+ 1,07	+ 0,68	− 0,25	− 0,86	− 1,42	− 1,86	− 2,17	− 2,43	− 2,59	− 2,42	− 0,99	− 1,06	− 3,98	+ 2,32
Printemps	+12,17	+13,13	+13,07	+11,98	+10,28	+ 9,14	+ 7,89	+ 6,29	+ 5,33	+ 6,11	+ 8,30	+10,34	+ 9,50	+ 4,83	+14,62
Été	+20,34	+21,30	+21,54	+20,40	+18,10	+16,23	+14,74	+13,39	+12,84	+13,99	+16,79	+18,59	+17,35	+12,31	+22,99
Automne .	+11,57	+12,29	+11,68	+10,51	+ 9,52	+ 8,85	+ 8,31	+ 7,65	+ 7,19	+ 7,43	+ 8,63	+10,26	+ 9,49	+ 6,61	+13,31
Année . .	+11,21	+12,00	+11,81	+10,72	+ 9,31	+ 8,25	+ 7,32	+ 6,33	+ 5,78	+ 6,28	+ 7,88	+ 9,61	+ 8,88	+ 4,99	+13,37

Formules de la variation diurne de la température à Genève, pendant l'année 1871.

Décembre 1870	$t = -\ 2^{\circ},04 + 0^{\circ},90 \sin(\mu + 43^{\circ},0) + 0^{\circ},42 \sin(2\mu + 39^{\circ},7) + 0^{\circ},19 \sin(3\mu + 53^{\circ},9)$
Janvier 1871 . .	$t = -\ 2,83 + 1,43 \sin(\mu + 43,3) + 0,53 \sin(2\mu + 48,8) + 0,20 \sin(3\mu + 57,1)$
Février	$t = +\ 1,99 + 2,84 \sin(\mu + 35,5) + 0,74 \sin(2\mu + 42,3) + 0,07 \sin(3\mu + 76,4)$
Mars	$t = +\ 5,16 + 2,96 \sin(\mu + 39,4) + 0,57 \sin(2\mu + 70,6) + 0,13 \sin(3\mu + 243,4)$
Avril	$t = +10,13 + 3,70 \sin(\mu + 41,7) + 0,75 \sin(2\mu + 102,7) + 0,25 \sin(3\mu + 251,6)$
Mai	$t = +13,26 + 4,45 \sin(\mu + 37,7) + 0,23 \sin(2\mu + 128,7) + 0,39 \sin(3\mu + 270,0)$
Juin	$t = +13,90 + 3,55 \sin(\mu + 49,5) + 0,13 \sin(2\mu + 141,3) + 0,25 \sin(3\mu + 244,4)$
Juillet	$t = +19,33 + 4,20 \sin(\mu + 44,2) + 0,15 \sin(2\mu + 216,9) + 0,32 \sin(3\mu + 257,3)$
Août	$t = +18,73 + 4,94 \sin(\mu + 43,9) + 0,40 \sin(2\mu + 94,3) + 0,40 \sin(3\mu + 231,1)$
Septembre . . .	$t = +17,36 + 3,89 \sin(\mu + 48,1) + 0,71 \sin(2\mu + 83,6) + 0,27 \sin(3\mu + 250,7)$
Octobre	$t = +\ 9,08 + 1,87 \sin(\mu + 48,5) + 0,58 \sin(2\mu + 49,2) + 0,09 \sin(3\mu + 6,3)$
Novembre . . .	$t = +\ 2,05 + 1,21 \sin(\mu + 45,8) + 0,38 \sin(2\mu + 54,6) + 0,11 \sin(3\mu + 57,7)$
Hiver	$t = -\ 1,06 + 1,68 \sin(\mu + 39,3) + 0,56 \sin(2\mu + 43,0) + 0,16 \sin(3\mu + 61,4)$
Printemps . . .	$t = +\ 9,50 + 3,70 \sin(\mu + 39,5) + 0,49 \sin(2\mu + 94,1) + 0,25 \sin(3\mu + 261,3)$
Été	$t = +17,36 + 4,25 \sin(\mu + 45,5) + 0,16 \sin(2\mu + 124,3) + 0,33 \sin(3\mu + 244,4)$
Automne	$t = +\ 9,49 + 2,32 \sin(\mu + 47,8) + 0,54 \sin(2\mu + 65,6) + 0,06 \sin(3\mu + 293,7)$
Année	$t = +\ 8,88 + 2,99 \sin(\mu + 43,2) + 0,39 \sin(2\mu + 71,3) + 0,12 \sin(3\mu + 259,4)$

Température au SAINT-BERNARD 1871.

ÉPOQUE.	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Température moyenne.
Décembre 1870	- 9°,74	- 9°,90	-10°,61	-11°,26	-11°,15	-11°,32	-11°,46	-11°,57	-11°,63	-11°,74	-11°,64	-10°,70	-11°,06
Janvier 1871 . .	-11,11	-10,63	-11,81	-12,62	-12,52	-12,73	-12,81	-12,87	-12,76	-12,89	-12,83	-12,04	-12,30
Février	- 3,55	- 3,76	- 4,66	- 5,84	- 6,08	- 6,27	- 6,50	- 6,76	- 7,13	- 7,27	- 6,66	- 4,75	- 5,77
Mars	- 3,43	- 2,87	- 3,55	- 5,45	- 6,43	- 6,50	- 6,58	- 7,03	- 7,33	- 6,84	- 5,95	- 4,38	- 5,53
Avril	+ 1,05	+ 1,03	- 0,23	- 2,50	- 3,24	- 3,64	- 3,96	- 5,14	- 5,70	- 4,57	- 1,35	+ 0,22	- 2,33
Mai	+ 4,08	+ 4,66	+ 3,76	+ 1,95	+ 0,52	- 0,34	- 1,03	- 2,17	- 2,58	- 1,50	+ 1,72	+ 2,87	+ 1,00
Juin	+ 3,67	+ 3,77	+ 2,72	+ 1,51	+ 0,47	- 0,07	- 0,65	- 1,45	- 1,80	- 1,05	+ 1,01	+ 2,65	+ 0,90
Juillet	+ 9,92	+10,12	+ 9,63	+ 8,35	+ 7,21	+ 6,61	+ 6,01	+ 5,03	+ 4,53	+ 5,45	+ 7,28	+ 8,91	+ 7,42
Août	+ 9,97	+10,07	+ 9,02	+ 7,79	+ 7,07	+ 6,80	+ 6,55	+ 5,48	+ 4,83	+ 5,49	+ 7,83	+ 8,89	+ 7,49
Septembre . . .	+ 8,21	+ 8,17	+ 7,34	+ 6,27	+ 5,53	+ 5,26	+ 5,04	+ 4,42	+ 3,92	+ 4,40	+ 6,03	+ 7,42	+ 6,00
Octobre	+ 1,72	+ 1,63	+ 0,50	- 0,67	- 1,36	- 1,86	- 2,21	- 2,59	- 2,75	- 2,35	- 1,25	+ 0,30	- 0,91
Novembre . . .	- 6,47	- 6,30	- 7,36	- 7,84	- 7,87	- 8,14	- 8,18	- 8,20	- 8,15	- 8,25	- 8,08	+ 7,34	- 7,68
Hiver	- 8,28	- 8,24	- 9,17	-10,04	-10,05	-10,23	-10,38	-10,52	-10,62	-10,75	-10,50	- 9,31	- 9,84
Printemps . . .	+ 0,56	+ 0,94	0,00	- 2,00	- 3,05	- 3,49	- 3,86	- 4,78	- 5,20	- 4,30	- 1,87	- 0,44	- 2,29
Été	+ 7,90	+ 8,03	+ 7,17	+ 5,93	+ 4,97	+ 4,49	+ 4,02	+ 3,07	+ 2,57	+ 3,34	+ 5,42	+ 6,86	+ 5,32
Automne	+ 1,16	+ 1,17	+ 0,16	- 0,75	- 1,24	- 1,59	- 1,79	- 2,13	- 2,33	- 2,07	- 1,10	+ 0,13	- 0,86
Année	+ 0,38	+ 0,52	- 0,41	- 1,67	- 2,30	- 2,67	- 2,96	- 3,56	- 3,86	- 3,41	- 1,97	- 0,64	- 1,88

Formules de la variation diurne de la température au Saint-Bernard, pendant l'année 1871.

Décembre 1870.	$t = -11{,}06^\circ + 0{,}77^\circ \sin(\mu + 59{,}4^\circ) + 0{,}46^\circ \sin(2\mu + 71{,}2^\circ) + 0{,}20^\circ \sin(3\mu + 63{,}4^\circ)$
Janvier 1871 . .	$t = -12{,}30 + 0{,}83 \sin(\mu + 64{,}8) + 0{,}51 \sin(2\mu + 53{,}8) + 0{,}26 \sin(3\mu + 40{,}4)$
Février	$t = -5{,}77 + 1{,}53 \sin(\mu + 58{,}5) + 0{,}78 \sin(2\mu + 74{,}4) + 0{,}18 \sin(3\mu + 85{,}3)$
Mars	$t = -5{,}53 + 1{,}99 \sin(\mu + 64{,}1) + 0{,}67 \sin(2\mu + 58{,}4) + 0{,}20 \sin(3\mu + 300{,}5)$
Avril	$t = -2{,}33 + 3{,}07 \sin(\mu + 70{,}4) + 0{,}96 \sin(2\mu + 105{,}8) + 0{,}35 \sin(3\mu + 273{,}3)$
Mai	$t = +1{,}00 + 3{,}33 \sin(\mu + 61{,}5) + 0{,}55 \sin(2\mu + 102{,}5) + 0{,}36 \sin(3\mu + 270{,}0)$
Juin	$t = +0{,}90 + 2{,}59 \sin(\mu + 62{,}3) + 0{,}64 \sin(2\mu + 100{,}0) + 0{,}11 \sin(3\mu + 264{,}8)$
Juillet	$t = +7{,}42 + 2{,}59 \sin(\mu + 56{,}1) + 0{,}54 \sin(2\mu + 100{,}8) + 0{,}21 \sin(3\mu + 263{,}8)$
Août	$t = +7{,}49 + 2{,}22 \sin(\mu + 60{,}9) + 0{,}76 \sin(2\mu + 102{,}3) + 0{,}25 \sin(3\mu + 275{,}7)$
Septembre . . .	$t = +6{,}00 + 1{,}91 \sin(\mu + 63{,}3) + 0{,}63 \sin(2\mu + 94{,}5) + 0{,}13 \sin(3\mu + 243{,}4)$
Octobre	$t = -0{,}91 + 2{,}07 \sin(\mu + 63{,}7) + 0{,}64 \sin(2\mu + 78{,}1) + 0{,}10 \sin(3\mu + 56{,}5)$
Novembre . . .	$t = -7{,}68 + 0{,}78 \sin(\mu + 66{,}6) + 0{,}43 \sin(2\mu + 62{,}2) + 0{,}20 \sin(3\mu + 57{,}8)$
Hiver	$t = -9{,}84 + 1{,}03 \sin(\mu + 60{,}5) + 0{,}57 \sin(2\mu + 67{,}0) + 0{,}21 \sin(3\mu + 59{,}3)$
Printemps . . .	$t = -2{,}29 + 2{,}80 \sin(\mu + 64{,}9) + 0{,}70 \sin(2\mu + 92{,}2) + 0{,}33 \sin(3\mu + 280{,}3)$
Été	$t = +5{,}32 + 2{,}46 \sin(\mu + 59{,}6) + 0{,}65 \sin(2\mu + 101{,}5) + 0{,}20 \sin(3\mu + 270{,}4)$
Automne	$t = -0{,}86 + 1{,}59 \sin(\mu + 64{,}2) + 0{,}55 \sin(2\mu + 79{,}8) + 0{,}07 \sin(3\mu + 49{,}7)$
Année	$t = -1{,}88 + 1{,}98 \sin(\mu + 62{,}6) + 0{,}60 \sin(2\mu + 86{,}2) + 0{,}09 \sin(3\mu + 305{,}5)$

Si l'on compare la température de chaque mois, des saisons et de l'année entière avec les valeurs moyennes déduites pour Genève des 45 années 1826-1870, et pour le Saint-Bernard des 27 années 1841-1867, on trouve les écarts suivants:

	ÉCARTS.		
	Température. Genève.	Température. Saint-Bernard.	Décroissement entre les deux stations.
	°	°	°
Décembre 1870.	—2,97	—3,47	+0,50
Janvier 1871 ...	—2,68	—3,26	+0,58
Février........	+0,36	+2,84	—2,48
Mars..........	+0,67	+1,79	—1,12
Avril..........	+1,21	+0,94	+0,27
Mai...........	0,00	+0,49	—0,49
Juin...........	—2,95	—3,19	+0,24
Juillet.........	+0,61	+1,26	—0,65
Août..........	+0,87	+1,51	—0,64
Septembre.....	+2,86	+2,68	+0,18
Octobre	—0,81	—0,43	—0,38
Novembre	—2,48	—2,38	—0,10
Hiver 1871.....	—1,87	—1,44	—0,43
Printemps	+0,62	+1,07	—0,45
Été	—0,46	—0,10	—0,36
Automne	—0,15	—0,04	—0,11
Année 1871....	—0,45	—0,12	—0,33

Les mois de décembre 1870, janvier, juin et novembre 1871 présentent, à Genève, des écarts négatifs considérables, et dépassant de beaucoup les limites de l'écart probable; depuis l'année 1826 il n'y a eu que 4 mois de décembre plus froids qu'en 1870, savoir en 1829, 1840, 1851 et 1855; il n'y a eu également pendant cette période que 5 mois de janvier plus froids que celui de l'année 1871, savoir en 1826, 1830, 1838, 1848 et 1864. L'abaissement exceptionnel des deux premiers mois de

l'hiver 1871 a eu pour conséquence, le mois de février ayant été très-peu plus chaud que de coutume, que l'hiver a été un des plus froids qui se rencontrent dans cette série de 46 années; la rigueur n'a été dépassée que dans l'hiver de l'année 1830, avec une température moyenne de —3°,59 et dans celui de l'année 1838, avec une température de —1°,44. En 1841 et en 1854, la température de l'hiver a été presque aussi froide qu'en 1871, de deux centièmes de degré seulement plus chaude pour la première de ces deux années, et de quatre centièmes pour la seconde.

Quant au mois de juin, la température a été plus basse en 1871 que pour aucune année depuis 1826; les chiffres qui s'en rapprochent le plus sont de 14°,05 en 1843, et de 14°,12 en 1847; la température plus élevée que de coutume des mois de juillet et d'août 1871 n'a pas suffi pour compenser l'abaissement du mois de juin, en sorte que la température de l'été reste au-dessous de la moyenne. Enfin, le mois de novembre a présenté aussi un abaissement exceptionnel, qui n'a été dépassé que dans l'année 1836, très-légèrement il est vrai, puisque la température a été de +2°,03 au lieu de +2°,05, et surtout en 1851, année dans laquelle la température de novembre a été de +0°,29 seulement. Si la température de l'automne n'est restée que très-peu au-dessous de la moyenne, malgré le froid du mois de novembre, cela tient à la chaleur exceptionnelle du mois de septembre, qui n'a été dépassée depuis 45 ans que dans l'année 1834; dans cette année, si remarquable par sa haute température, le mois de septembre a été de près d'un degré plus chaud qu'en 1871, mais toutes les autres années donnent un chiffre inférieur

à 1871, celles qui s'en rapprochent le plus restant au-dessous, de 0°,76 en 1868, et de 0°,80 en 1865.

En somme, l'année 1871 a été de près d'un demi-degré, 0°,46, plus froide que de coutume, cet abaissement étant dû au froid de l'hiver, car l'élévation de la température au printemps suffit pour compenser l'abaissement de l'été et de l'automne. Depuis 1826 on trouve 14 années plus froides qu'en 1871, une année, en 1842, où la température a été exactement la même, et 30 années plus chaudes.

Les écarts de la température au Saint-Bernard sont assez analogues à ceux qui ont été observés à Genève; on peut remarquer seulement que l'abaissement de la température des mois de décembre et de janvier a été encore plus prononcé dans la station élevée; par contre, dans les mois de février et de mars, de février surtout, l'écart positif est beaucoup plus considérable. Pendant le mois de février, le décroissement de la température entre les deux stations a été de près de 2 $^1/_2$ degrés plus faible qu'il ne l'est ordinairement dans cette saison, soit de 1° pour 267 mètres, tandis que la moyenne correspond à 202 mètres pour 1°. Il n'est peut-être pas sans intérêt d'établir un rapprochement entre cette différence et le grand nombre de jours de brouillard, que l'on trouve à Genève à cette époque; les jours de brouillard sont fréquents à la fin de l'automne et au commencement de l'hiver, mais à la fin de l'hiver, ils sont en général plus rares, et l'on n'en compte en moyenne que 3 au mois de février, tandis qu'il y en a eu 8 en 1871. L'enchaînement des phénomènes météorologiques est tel, qu'il est souvent difficile d'établir lequel d'entre eux a été la cause, et lequel

en est l'effet; dans ce cas-ci, en particulier, on peut se demander si l'abaissement relatif de la température à Genève, comparativement au Saint-Bernard, tient à la diminution de l'insolation produite par la fréquence, inusitée dans cette saison, d'une couche de brouillard dans la plaine, ou si, au contraire, le brouillard n'est pas le résultat de la basse température des couches inférieures. Cette dernière alternative paraît la plus probable; l'influence du voisinage du sol, refroidi plus que de coutume à la suite des deux mois tres-rigoureux qui avaient précédé, devait produire un abaissement de température plus considérable dans les couches inférieures que dans les couches supérieures, ou qu'au Saint-Bernard, dont la position dans l'atmosphère est beaucoup plus isolée. Le réchauffement de l'air, dû aux courants atmosphériques, devait ainsi se faire sentir plus fortement sur la station élevée et isolée, que dans la plaine, et le décroissement de la température avec la hauteur devait être par suite ralenti. Enfin, la conséquence de la température relativement plus basse des couches inférieures devait être la condensation de la vapeur d'eau dans le voisinage du sol.

Les tableaux suivants renferment, sous la même forme que dans les résumés antérieurs, les résultats principaux que l'on peut déduire de la température moyenne des 24 heures pour chaque jour de l'année, au point de vue des anomalies et de la variabilité de la température. A Genève, le 24 décembre a été le jour de plus froid de l'année, et le 19 juillet le jour le plus chaud; la différence entre ces deux jours est de près de 38°; cependant le 19 juillet n'est pas le jour relativement le plus chaud, l'écart étant de $+8°,66$, tandis que le 16 décembre l'écart est de

+10°,49. Les écarts de la température ont été, on peut dire, excessifs au mois de décembre, puisque l'on trouve à huit jours de distance, du 16 au 24, un écart en plus de 10°,5, et un écart en moins de 10°,5, par conséquent, une variation de 21°. J'ai relevé également la température moyenne de cinq jours en cinq jours, du 1[er] janvier au 31 décembre 1871, en inscrivant dans la colonne suivante l'écart, soit la différence avec le chiffre calculé par la formule déduite des 40 années 1826-1865 ; lorsque cet écart dépasse les limites de l'écart probable, et constitue ainsi une anomalie, il est mis entre parenthèses. Sur les 73 périodes de cette année civile, il s'en trouve 33 pour lesquelles l'écart est positif, et 40 pour lesquelles il est négatif. Sur les 33 écarts positifs, 19 dépassent les limites de l'écart probable; l'écart maximum positif +5°,77 tombe sur la période du 3 au 7 septembre. Sur les 40 écarts négatifs, 20 dépassent les limites de l'écart probable, l'écart maximum négatif —9°,27 tombe sur la période du 7 au 11 décembre. C'est cette dernière période, dont la température moyenne était de —7°,92, qui correspond aux cinq jours consécutifs les plus froids de l'année civile; les cinq jours consécutifs les plus chauds tombent sur la période du 15 au 19 juillet, avec une température moyenne de +23°,97, la différence entre les deux périodes extrêmes est ainsi de près de 32°.

GENÈVE 1871.

ÉPOQUE	NOMBRE DE JOURS								Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	très-froids	froids		tempérés		chauds		très-chauds		
	-11° à -5°	-5° à 0°	0° à +5°	+5° à +10°	+10° à +15°	+15° à +20°	+20° à +25°	+25° à +30°		
Déc. 1870	14	8	3	4	2	—	—	—	-10°,53 le 24	+11°,14 le 16
Janv. 1871	8	18	5	—	—	—	—	—	- 8,50 le 15	+ 4,34 le 17
Février	—	8	15	5	—	—	—	—	- 2,87 le 1	+10,37 le 28
Mars	—	—	16	12	3	—	—	—	+ 0,79 le 19	+11,65 le 13
Avril	—	—	2	10	18	—	—	—	+ 2,79 le 1	+14,60 le 23
Mai	—	—	—	3	20	8	—	—	+ 9,57 le 2	+18,73 le 30
Juin	—	—	—	6	12	10	2	—	+ 6,24 le 4	+21,38 le 16
Juillet	—	—	—	—	3	15	11	2	+14,27 le 25	+27,45 le 19
Août	—	—	—	—	1	21	9	—	+13,41 le 5	+24,02 le 26
Septembre	—	—	—	—	6	17	7	—	+12,39 le 21	+23,06 le 4
Octobre	—	—	2	18	10	1	—	—	+ 4,60 le 27	+16,14 le 8
Novembre	—	9	15	6	—	—	—	—	- 3,26 le 21	+ 7,12 le 9
Année	22	43	58	64	75	72	29	2	-10,53 le 24 décembre.	+27,45 le 19 juillet.

GENÈVE 1871.

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
Déc. . 1870	22	9	2	± 6°,79	-10°,56 le 24	+10°,49 le 16	± 2°,79	- 6°,30 le 21	+ 6°,81 le 13
Janvier 1871	25	6	6	3,93	- 8,00 le 15	+ 4,80 le 17	2,73	- 5,93 le 20	+ 8,51 le 16
Février . . .	14	14	5	3,02	- 3,37 le 17	+ 7,66 le 28	2,34	- 5,49 le 28	+ 4,99 le 5
Mars	13	18	5	3,36	- 5,02 le 29	+ 7,37 le 13	2,42	- 5,37 le 15	+ 5,42 le 12
Avril	10	20	8	2,70	- 3,97 le 1	+ 6,14 le 13	2,02	- 4,38 le 23	+ 3,61 le 7
Mai	19	12	9	2,03	- 3,18 le 17	+ 4,14 le 4	2,17	- 5,61 le 26	+ 4,49 le 2
Juin	22	8	6	4,67	- 9,36 le 4	+ 4,44 le 16	2,97	- 6,23 le 24	+ 4,82 le 27
Juillet . . .	14	17	7	3,45	- 4,52 le 25	+ 8,66 le 19	2,89	- 5,80 le 2	+ 4,83 le 26
Août	10	21	3	3,10	- 5.08 le 5	+ 7,03 le 26	1,77	- 4,87 le 26	+ 4,11 le 29
Septembre .	16	14	6	3.33	- 4,43 le 21	+ 7,02 le 4	1,60	- 2,99 le 25	+ 3,18 le 29
Octobre . . .	21	10	9	2,21	- 3,87 le 14	+ 4,98 le 8	1,83	- 3,55 le 22	+ 5,43 le 7
Novembre . .	28	2	4	3,31	- 7,02 le 21	+ 1,43 le 9	1,59	- 4,04 le 19	+ 2,44 le 28
Année . . .	214	151	70	±3,64	-10,56 le 24 décembre 70.	+10,49 le 16 décembre 70.	±2,28	- 6,30 le 21 décembre 70.	+ 8,51 le 16 janvier.

SAINT-BERNARD 1871

ÉPOQUE	Nombre de jours dont la température est comprise entre										Jour le plus froid	Jour le plus chaud
	-30° et -25	-25° et -20	-20° et -15	-15° et -10	-10° et -5	-5° et 0	0° et +5	+5° et +10	+10° et +15	+15° et +20		
Décembre 1870	—	3	6	8	10	1	3	—	—	—	-23°,43 le 23	+ 2°,21 le 15
Janvier 1871 . .	—	—	7	14	10	—	—	—	—	—	-17,64 le 10	- 7,56 le 4
Février	—	—	—	4	12	11	1	—	—	—	-13,15 le 1	+ 1,28 le 25
Mars	—	—	—	5	10	15	1	—	—	—	-14.00 le 18	+ 1,03 le 3
Avril	—	—	—	1	4	20	5	—	—	—	-10,39 le 2	+ 3,43 le 12
Mai	—	—	—	—	1	11	19	—	—	—	- 5,98 le 1	+ 4,77 le 30
Juin	—	—	—	—	3	9	12	6	—	—	- 7,03 le 3	+ 9,07 le 30
Juillet	—	—	—	—	—	1	6	17	7	—	- 0,57 le 12	+14,29 le 19
Août	—	—	—	—	—	1	4	22	4	—	- 0,38 le 5	+12,86 le 25
Septembre . . .	—	—	—	—	—	—	11	18	1	—	+ 1,11 le 26	+10,52 le 3
Octobre.	—	—	—	—	4	13	14	—	—	—	- 7,64 le 26	+ 3,82 le 17
Novembre . . .	—	—	1	5	18	5	1	—	—	—	-15,76 le 19	+ 0,05 le 3
Année	—	3	14	37	72	87	77	63	12	—	-23,43 le 23 décembre 70	+14,29 le 19 juillet.

SAINT-BERNARD 1871

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécut.	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
Déc. 1870 . .	22	9	4	±7°,57	-15°,20 le 23	+ 9°,99 le 15	±3°,75	- 8°,22 le 22	+ 8°,34 le 25
Janvier 1871	26	5	6	4,56	- 9,48 le 12	+ 1,14 le 4	2,98	- 4,13 le 5	+ 8,64 le 13
Février . . .	5	23	5	4,95	- 4,08 le 1	+ 9,72 le 25	2,67	- 4,87 le 8	+ 6,79 le 23
Mars	10	21	7	4,67	- 7,19 le 30	+ 9,13 le 3	2,86	- 7,06 le 28	+ 5,45 le 18
Avril	8	22	8	2,93	- 5,03 le 2	+ 7,52 le 12	2,88	- 5,09 le 19	+ 6,89 le 11
Mai	14	17	11	2,30	- 4,55 le 1	+ 4,30 le 3	2,51	- 4,04 le 4	+ 7,99 le 1
Juin.	24	6	6	5,29	-10,44 le 27	+ 3,86 le 1	3,44	- 6,15 le 25	+ 8,35 le 2
Juillet . . .	9	22	9	3,79	- 6,56 le 12	+ 8,06 le 19	3,39	- 6,01 le 30	+ 6,08 le 12
Août	7	24	7	3,31	- 6,76 le 5	+ 7,26 le 25	2,21	- 3,53 le 26	+ 5,28 le 6
Septembre .	4	26	7	3,22	- 1,72 le 21	+ 5,62 le 3	1,87	- 3,50 le 30	+ 3,12 le 28
Octobre. . .	15	16	5	3,02	- 5,36 le 26	+ 4,73 le 17	2,32	- 6,65 le 11	+ 4,33 le 28
Novembre .	25	5	3	4,29	-10,27 le 19	+ 3,49 le 3	2,48	- 4,92 le 9	+ 4,50 le 20
Année . . .	169	196	78	±4,29	-15,20 le 23 décembre 70.	+ 9,99 le 15 décembre 70.	±2,79	- 8,22 le 22 décembre 70.	+ 8,64 le 13 janvier.

1871. Température de 5 en 5 jours, à Genève.

Date	Température moy.	Différence avec la formule	Date	Température moy.	Différence avec la formule
	°	°		°	°
1– 5 Janvier	– 6,38	(–5,96)	30– 4 Juillet	+18,28	+0,05
6–10 id.	– 1,71	–1,19	5– 9 id.	+17,65	–0,83
11–15 id.	– 5,71	(–5,19)	10–14 id.	+18,21	–0,46
16–20 id.	+ 0,89	+1,33	15–19 id.	+23,97	(+5,19)
21–25 id.	– 1,83	–1,55	20–24 id.	+20,30	+1,49
26–30 id.	– 2,27	–2,23	25–29 id.	+18,13	–0,64
31– 4 Février	– 1,15	–1,42	30– 3 Août	+16,17	(–2,48)
5– 9 id.	+ 4,34	(+3,71)	4– 8 id.	+15,70	(–2,75)
10–14 id.	+ 0,08	–0,98	9–13 id.	+19,34	+1,16
15–19 id.	– 0,48	–2,01	14–18 id.	+20,04	(+2,19)
20–24 id.	+ 2,32	+0,27	19–23 id.	+19,52	(+2,07)
25– 1 Mars	+ 6,89	(+4,29)	24–28 id.	+20,71	(+3,72)
2– 6 id.	+ 2,63	–0,55	29– 2 Septemb.	+19,71	(+3,23)
7–11 id.	+ 7,01	(+3,23)	3– 7 id.	+21,69	(+5,77)
12–16 id.	+ 6,93	(+2,53)	8–12 id.	+18,08	(+2,78)
17–21 id.	+ 1,67	(–3,37)	13–17 id.	+16,91	(+2,30)
22–26 id.	+ 7,98	(+2,29)	18–22 id.	+14,04	+0,09
27–31 id.	+ 4,77	–1,59	23–27 id.	+16,00	(+2,79)
1– 5 Avril	+ 5,63	–1,40	28– 2 Octobre	+14,08	(+1,63)
6–10 id.	+ 8,73	+1,02	3– 7 id.	+10,52	–1,13
11–15 id.	+11,80	(+3,39)	8–12 id.	+12,29	(+1,46)
16–20 id.	+12,12	(+3,02)	13–17 id.	+ 7,15	(–2,83)
21–25 id.	+11,72	(+1,91)	18–22 id.	+10,11	+0,98
26–30 id.	+10,75	+0,23	23–27 id.	+ 6,87	–1,40
1– 5 Mai	+12,00	+0,76	28– 1 Novemb.	+ 5,51	(–1,89)
6–10 id.	+10,85	–1,10	2– 6 id.	+ 5,05	–1,49
11–15 id.	+13,55	+0,89	7–11 id.	+ 4,50	–1,19
16–20 id.	+11,79	–1,58	12–16 id.	+ 3,13	–1,73
21–25 id.	+14,43	+0,38	17–21 id.	– 0,10	(–4,16)
26–30 id.	+16,07	+1,35	22–26 id.	– 1,43	(–4,74)
31– 4 Juin	+13,11	(–2,25)	27– 1 Décemb.	– 0,25	(–2,84)
5– 9 id.	+10,25	(–5,71)	2– 6 id.	– 4,04	(–5,98)
10–14 id.	+14,89	–1,64	7–11 id.	– 7,92	(–9,27)
15–19 id.	+17,38	+0,34	12–16 id.	– 6,42	(–7,25)
20–24 id.	+15,66	(–1,84)	17–21 id.	– 2,00	(–2,39)
25–29 id.	+12,50	(–5,40)	22–26 id.	– 2,60	(–2,63)
			27–31 id.	– 4,81	(–4,57)

GENÈVE, 1871. — Indications des thermométrographes.

	Minimum absolu	Date.	Maximum absolu.	Date	Nombre de jours: Minimum au-dessous de 0°.	Nombre de jours: Maximum au-dessous de 0°.
Décembre 1870	—13°,0	le 10	+13°,2	les 15 et 16	23	19
Janvier 1871 ..	—12,5	le 16	+ 8,7	le 17	28	15
Février.......	— 6,1	le 3	+18,2	le 28	22	1
Mars.........	— 3,0	le 19	+18,8	le 24	12	0
Avril.........	— 3,0	le 1	+20,0	le 13	4	0
Mai..........	+ 2,3	le 2	+26,0	le 26	0	0
Juin.........	+ 3,8	le 4	+28,9	le 15	0	0
Juillet........	+ 9,0	le 13	+34,6	le 19	0	0
Août.........	+ 7,9	le 1	+31,9	le 26	0	0
Septembre....	+ 7,1	le 20	+30,3	le 5	0	0
Octobre......	+ 1,3	le 29	+21,4	le 8	0	0
Novembre....	— 7,0	le 22	+10,7	le 10	16	3
Année........	—13,0	le 10 déc.	+34,6	le 19 juillet	105	38

SAINT-BERNARD 1871.

	Minimum.	Date.	Maximum.	Date.
Déc. 1870	—27°,0	le 23 à 6 h. mat.	+ 3°,4	le 15 à midi.
Janv. 1871	—19,4	le 12 à 10 h. soir.	— 4,8	le 4 à midi.
Février. .	—16,6	le 12 à 6 h. mat.	+ 5,8	le 24 à midi.
Mars . . .	—15,4	le 18 à 6 h. mat.	+ 5,0	le 3 à 10 h. mat.
Avril . . .	—13,8	le 2 à 6 h. mat.	+ 9,4	le 12 à midi.
Mai. . . .	— 6,9	le 1 à 8 h. soir.	+10,0	le 26 à 2 h. soir.
Juin . . .	— 7,5	le 4 à 6 h. mat.	+13,0	le 31 à 2 h. soir.
Juillet . .	— 1,3	le 12 à 6 h. mat.	+17,5	le 19 à 4 h. soir.
Août . . .	— 2,2	le 6 à 6 h. mat.	+16,4	le 25 à 2 h. soir.
Septembre	0,0	le 26 à 6 h. mat.	+12,8	le 4 à midi, le 5 à 4 h. soir et le 7 à 2 h. soir.
Octobre. .	— 9,0	le 26 à 8 h. mat.	+ 6,8	le 11 à 10 h. mat. et le 17 à midi.
Novembre	—17,7	le 20 à 8 h. mat.	+ 2,4	le 4 à 2 h. soir.
Année . .	—27,0	le 23 déc. à 6 h. du matin.	+17,5	le 19 juillet à 4 h. du soir.

Malgré le froid exceptionnel de l'hiver, le thermomètre n'a pas atteint un degré très-bas, —13°,0 en décembre, — 12°,5 en janvier. Le minimum s'est abaissé le 6 avril pour la dernière fois au-dessous de 0, au printemps, cette date est de 17 jours plus hâtive que de coutume; la dernière gelée blanche a eu lieu deux jours plus tard, le 8. En automne, c'est le 10 novembre seulement, soit 12 jours plus tard que de coutume, que le minimum s'est abaissé pour la première fois au-dessous de 0; la première gelée blanche a eu lieu le même jour.

Au Saint-Bernard, où l'absence de thermométrographes ne permet pas de noter le maximum et le minimum absolus, mais seulement la plus haute et la plus basse des températures accusées par le thermomètre de 6 heures du matin à 10 heures du soir, on trouve des températures négatives dans tous les mois, sauf en septembre, où la plus basse est 0. On trouve également des températures positives dans tous les mois, sauf en janvier, où le thermomètre s'est maintenu constamment au-dessous de 0. La glace a entièrement disparu du petit lac près de l'hospice le 17 juillet, ce qui correspond à peu près à la date moyenne; la congélation a eu lieu dans la nuit du 26 au 27 octobre, soit quelques jours seulement plus tard que de coutume.

Température du Rhône en 1871.

ÉPOQUE.	Moyenne.	Excédant sur la moyenne 1853–1867	Minimum.	Maximum.	Différence entre la température de l'eau et celle de l'air.
	°	°	°	°	°
Décembre 1870 . .	+ 5,34	−1,46	+ 3,3 le 30	+ 7,0 le 1	+7,38
Janvier 1871 . . .	+ 3,49	−1,59	+ 2,5 le 14	+ 4,6 le 20	+6,32
Février	+ 4,40	−0,52	+ 3,9 le 13	+ 4,9 le 28	+2,41
Mars	+ 5,91	−0,16	+ 4,8 le 1, 3 et 4	+ 7,8 le 28	+0,75
Avril	+ 7,62	−1,16	+ 5,6 le 1	+ 9,7 le 13	−2,51
Mai	+12,10	+0,77	+ 7,9 le 1	+15,4 le 26	−1,16
Juin	+13,33	−1,69	+ 7,0 le 22	+17,9 le 15	−0,57
Juillet	+16,28	−1,28	+11,8 le 27	+21,8 le 18	−3,05
Août	+18,81	+0,22	+12,7 le 5	+20,9 le 31	+0,08
Septembre.	+18,22	+1,22	+ 9,9 le 28	+21,9 le 7	+0,86
Octobre	+12,66	−1,59	+ 6,7 le 3	+14,9 le 6	+3,58
Novembre	+ 9,14	−0,66	+ 6,3 le 20	+11,7 le 1	+7,09
Année.	+10,66	−0,64	+ 2,5 le 14 janvier.	+21,9 le 7 septembre.	+1,78

Température du Rhône en 1871.

ÉPOQUE	Écarts moyens d'un jour	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
		négatifs	positifs		négatifs	positifs
	°	°	°	°	°	°
Décembre 1870	±1,73	—2,7 le 2 et 8	+0,1 le 17,20,21,22	±0,65	—1,4 le 2	+1,8 le 22
Janvier 1871* .	1,69	—2,5 le 14	—0,2 le 20 et 23	0,50	—0,9 le 17	+1,2 le 20
Février*	0,64	—1,0 le 13 et 20	0,0 le 7	0,17	—0,3 le 1	+0,4 le 16
Mars	0,81	—1,9 le 31	+0,9 le 14	0,52	—0,4 le 2, 10 et 23	+1,3 le 29
Avril	1.43	—2,3 le 24	+1,4 le 13	0,15	—1,0 le 12	+0,8 le 13 et 28
Mai	1,67	—2,0 le 1 et 2	+3,0 le 31	0,73	—1,4 le 29 et 30	+1,5 le 26
Juin	4,08	—8,6 le 22	+4,0 le 2	2,10	—4,6 le 23	+6,5 le 7
Juillet	3,31	—6,4 le 27	+4,1 le 18	1,36	—2,5 le 28	+3,0 le 19
Août.	1,95	—5,8 le 5	+2,6 le 31	1,36	—1,8 le 10	+3,7 le 18
Septembre . .	3,00	—6,2 le 28	+4,1 le 7	1,59	—2,0 le 29	+4,8 le 27
Octobre	2,89	—8,8 le 3	+0,1 le 11 et 20	1,44	—5,0 le 4	+2,4 le 2
Novembre . . .	1,29	—3,2 le 20	+0,1 le 11	0,53	—2,0 le 20	+0,6 le 17

* Pendant tout ce mois, l'écart n'a pas été au-dessus de 0.

GENÈVE 1871. — Pression atmosphérique.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1870	721,75	−0,09	−0,38	−0,15	+0,02	+0,14	+0,32	+0,22	−0,15	−0,38	−0,14	+0,08	+0,47
Janvier 1871 .	722,78	0,00	−0,36	−0,13	+0,09	+0,32	+0,36	+0,14	−0,27	−0,54	−0,22	+0,20	+0,42
Février	731,36	+0,34	−0,28	−0,43	−0,28	−0,03	+0,18	+0,11	−0,16	−0,35	−0,08	+0,37	+0,61
Mars	728,42	+0,25	−0,43	−0,81	−0,57	−0,06	+0,14	+0,06	−0,15	−0,11	+0,32	+0,66	+0,71
Avril	725,52	+0,07	−0,39	−0,65	−0,54	+0,06	+0,27	+0,18	−0,03	−0,01	+0,22	+0,36	+0,47
Mai	725,68	+0,08	−0,48	−0,90	−0,92	−0,44	+0,10	+0,26	+0,12	+0,20	+0,64	+0,79	+0,56
Juin	724,75	−0,03	−0,31	−0,57	−0,48	−0,13	+0,35	+0,30	+0,06	−0,01	+0,24	+0,35	+0,22
Juillet	727,46	+0,16	−0,29	−0,63	−0,72	−0,34	+0,16	+0,16	+0,04	+0,08	+0,34	+0,55	+0,43
Août	728,76	+0,13	−0,36	−0,74	−0,82	−0,26	+0,17	+0,21	+0,01	+0,05	+0,41	+0,63	+0,57
Septembre . .	725,90	+0,20	−0,51	−0,80	−0,61	+0,05	+0,38	+0,20	−0,11	−0,10	+0,22	+0,55	+0,53
Octobre	727,40	+0,09	−0,37	−0,52	−0,23	+0,22	+0,41	+0,18	−0,28	−0,40	−0,02	+0,43	+0,48
Novembre . . .	723,33	+0,11	−0,31	−0,25	−0,14	+0,09	+0,16	+0,02	−0,27	−0,35	+0,03	+0,41	+0,51
Hiver	725,09	+0,08	−0,34	−0,23	−0,04	+0,15	+0,29	+0,16	−0,19	−0,42	−0,14	+0,22	+0,50
Printemps. . .	726,55	+0,13	−0,43	−0,78	−0,68	−0,15	+0,17	+0,17	−0,02	+0,03	+0,40	+0,61	+0,58
Été	727,01	+0,09	−0,32	−0,64	−0,67	−0,24	+0,23	+0,23	+0,04	+0,05	+0,34	+0,52	+0,41
Automne . . .	725,56	+0,14	−0,39	−0,52	−0,32	+0,13	+0,32	+0,14	−0,22	−0,28	+0,08	+0,46	+0,51
Année	726,06	+0,11	−0,37	−0,55	−0,43	−0,03	+0,25	+0,17	−0,10	−0,16	+0,17	+0,45	+0,50

Formules de la variation diurne du baromètre à Genève, pendant l'année 1871

	mm	mm / 0	mm / 0	mm / 0
Décembre 1870.	B = 721,75	+0,06 sin (μ +303,0)	+0,31 sin (2 μ +163,1)	+0,09 sin (3 μ +247,6)
Janvier 1871 . .	B = 722,78	+0,12 sin (μ + 0,0)	+0,39 sin (2 μ +168,7)	+0,10 sin (3 μ +221,0)
Février	B = 731,36	+0,18 sin (μ +142,8)	+0,40 sin (2 μ +148,9)	+0,06 sin (3 μ +200,0)
Mars.	B = 728,42	+0,42 sin (μ +170,1)	+0,46 sin (2 μ +160,3)	+0,02 sin (3 μ + 82,4)
Avril	B = 725,52	+0,32 sin (μ +192,7)	+0,36 sin (2 μ +156,0)	+0,05 sin (3 μ + 47,6)
Mai.	B = 725,68	+0,68 sin (μ +183,4)	+0,34 sin (2 μ +151,6)	+0,10 sin (3 μ +323,1)
Juin	B = 724,75	+0,33 sin (μ +197,7)	+0,28 sin (2 μ +148,9)	+0,06 sin (3 μ +308,7)
Juillet	B = 727,46	+0,46 sin (μ +178,8)	+0,28 sin (2 μ +140,7)	+0,09 sin (3 μ +339,4)
Août	B = 728,76	+0,51 sin (μ +180,0)	+0,36 sin (2 μ +149,9)	+0,08 sin (3 μ +336,8)
Septembre. . .	B = 725,90	+0,36 sin (μ +188,4)	+0,48 sin (2 μ +157,4)	+0,06 sin (3 μ + 36,3)
Octobre.	B = 727,40	+0,09 sin (μ +187,9)	+0,47 sin (2 μ +163,5)	+0,04 sin (3 μ +288,9)
Novembre . . .	B = 723,33	+0,13 sin (μ +132,0)	+0,35 sin (2 μ +168,4)	+0,06 sin (3 μ +239,0)
Hiver.	B = 725,09	+0,02 sin (μ + 76,8)	+0,36 sin (2 μ +161,1)	+0,09 sin (3 μ +216,4)
Printemps . . .	B = 726,55	+0,48 sin (μ +181,2)	+0,38 sin (2 μ +157,1)	+0,04 sin (3 μ + 2,7)
Été.	B = 727,01	+0,43 sin (μ +185,8)	+0,31 sin (2 μ +147,6)	+0,09 sin (3 μ +335,8)
Automne	B = 725,56	+0,18 sin (μ +176,8)	+0,43 sin (2 μ +163,2)	+0,02 sin (3 μ +295,0)
Année	B = 726,06	+0,27 sin (μ +181,1)	+0,37 sin (2 μ +157,8)	+0,03 sin (3 μ +297,5)

SAINT-BERNARD 1871.

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1870.	554,65	+0,04	-0,06	+0,08	+0,05	+0,16	+0,33	+0,26	-0,14	-0,47	-0,31	-0,06	+0,14
Janvier 1871 . .	555,23	+0,04	-0,13	+0,07	+0,15	+0,27	+0,41	+0,20	-0,27	-0,63	-0,38	+0,01	+0,30
Février	565,12	+0,04	-0,10	-0,08	+0,06	+0,18	+0,38	+0,14	-0,19	-0,33	-0,19	-0,06	+0,13
Mars	563.45	+0,25	+0,04	-0,08	+0,03	+0,05	+0,12	+0,06	-0,14	-0,33	-0,25	+0,02	+0,25
Avril	562,38	+0,16	+0,02	-0,07	+0,10	+0,27	+0,31	+0,19	-0,07	-0,34	-0,37	-0,27	+0,07
Mai.	564,07	+0,04	+0,06	+0,04	+0,09	+0,26	+0,31	+0,19	-0,08	-0,26	-0,27	-0,23	-0,15
Juin	563,35	+0,04	+0,07	+0,09	+0,16	+0,30	+0,30	+0,23	-0,17	-0,43	-0,35	-0,23	-0,09
Juillet	569,03	+0,07	+0,10	+0,09	+0,08	+0,23	+0,28	+0,14	-0,25	-0,45	-0,28	-0,05	+0,03
Août	569,78	+0,14	+0,13	+0,14	+0,11	+0,30	+0,43	+0,22	-0,30	-0,64	-0,46	-0,13	+0,08
Septembre . . .	567,26	+0,17	-0,03	-0,09	0,00	+0,17	+0,29	+0,12	-0,26	-0,45	-0,25	+0,14	+0,20
Octobre.	564,54	+0,12	+0,03	+0,03	+0,15	+0,27	+0,37	+0,15	-0,31	-0,59	-0,38	-0,06	+0,22
Novembre . . .	557,94	+0,09	-0,07	-0,12	-0,04	+0,09	+0,18	+0,08	-0,17	-0,29	-0,11	+0,15	+0,21
Hiver.	558,11	+0,04	-0,10	+0,03	+0,09	+0,20	+0,37	+0,20	-0,20	-0,48	-0,30	-0,04	+0,19
Printemps . . .	563,31	+0,15	+0,04	-0,04	+0,07	+0,19	+0,25	+0,15	-0,10	-0,31	-0,30	-0,16	+0,06
Été	567,43	+0,08	+0,10	+0,11	+0,12	+0,28	+0,37	+0,20	-0,24	-0,51	-0,36	-0,14	+0,01
Automne	563,26	+0,13	-0,02	-0,06	+0,04	+0,18	+0,28	+0,12	-0,25	-0,44	-0,25	+0,08	+0,21
Année	563,05	+0,10	+0,01	+0,01	+0,08	+0,21	+0,31	+0,17	-0,20	-0,44	-0,30	-0,06	+0,12

Si l'on prend la différence entre la pression atmosphérique observée à Genève et au Saint-Bernard, on trouve pour le poids de la couche d'air comprise entre les deux stations :

ÉPOQUE	Hauteur moyenne	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.
Hiver.	166,98	+0,04	-0,24	-0,26	-0,13	-0,05	-0,08	-0,04	+0,01	+0,06	+0,16	+0,26	+0,31
Printemps . . .	163,24	-0,02	-0,47	-0,74	-0,75	-0,34	-0,08	+0,02	+0,08	+0,34	+0,70	+0,77	+0,52
Été	159,58	+0,01	-0,42	-0,75	-0,79	-0,52	-0,14	+0,03	+0,28	+0,56	+0,70	+0,66	+0,40
Automne	162,30	+0,01	-0,37	-0,46	-0,36	-0,05	+0,04	+0,02	+0,03	+0,16	+0,33	+0,38	+0,30
Année	163,01	+0,01	-0,38	-0,56	-0,51	-0,24	-0,06	0,00	+0,10	+0,28	+0,47	+0,51	+0,38

Formules de la variation diurne du baromètre au Saint-Bernard, pendant l'année 1871

	mm	mm °	mm °	mm °
Décembre 1870.	B = 554,65	+0,20 sin (μ +353,0)	+0,22 sin (2 μ +140,5)	+0,10 sin (3 μ +259,3)
Janvier 1871 . .	B = 555,23	+0,25 sin (μ + 4,6)	+0,31 sin (2 μ +156,3)	+0,11 sin (3 μ +244,8)
Février	B = 565,12	+0,15 sin (μ +344,8)	+0,21 sin (2 μ +155,2)	+0,03 sin (3 μ +333,4)
Mars	B = 563,45	+0,14 sin (μ + 45,3)	+0,20 sin (2 μ +134,8)	+0,04 sin (3 μ +195,1)
Avril	B = 562,38	+0,24 sin (μ +347,7)	+0,21 sin (2 μ +125,2)	+0,04 sin (3 μ +123,7)
Mai	B = 564,07	+0,25 sin (μ +338,6)	+0,12 sin (2 μ +121,9)	+0,04 sin (3 μ + 0,0)
Juin	B = 563,35	+0,31 sin (μ +346,9)	+0,17 sin (2 μ +135,0)	+0,06 sin (3 μ +315,0)
Juillet	B = 569,03	+0,23 sin (μ + 5,0)	+0,18 sin (2 μ +144,1)	+0,07 sin (3 μ +303,7)
Août	B = 569,78	+0,34 sin (μ + 5,1)	+0,26 sin (2 μ +137,1)	+0,08 sin (3 μ +293,1)
Septembre . . .	B = 567,26	+0,14 sin (μ + 23,4)	+0,27 sin (2 μ +151,8)	+0,05 sin (3 μ +279,5)
Octobre	B = 564,54	+0,27 sin (μ + 10,0)	+0,28 sin (2 μ +149,7)	+0,06 sin (3 μ +270,0)
Novembre . . .	B = 557,94	+0,05 sin (μ + 48,8)	+0,20 sin (2 μ +155,3)	+0,04 sin (3 μ +262,9)
Hiver	B = 558,11	+0,20 sin (μ +355,3)	+0,24 sin (2 μ +150,3)	+0,07 sin (3 μ +256,0)
Printemps . . .	B = 563,31	+0,18 sin (μ +355,5)	+0,18 sin (2 μ +128,8)	+0,01 sin (3 μ +118,3)
Été	B = 567,43	+0,29 sin (μ +358,8)	+0,20 sin (2 μ +139,6)	+0,06 sin (3 μ +304,9)
Automne	B = 563,26	+0,15 sin (μ + 18,7)	+0,25 sin (2 μ +152,4)	+0,05 sin (3 μ +272,2)
Année	B = 563,05	+0,20 sin (μ + 1,7)	+0,21 sin (2 μ +144,2)	+0,04 sin (3 μ +274,1)

Si l'on compare la hauteur moyenne du baromètre pour chaque mois avec les valeurs moyennes, déduites pour Genève des 35 années 1836-70 et pour le Saint-Bernard des 27 années 1841-67, on trouve les écarts suivants:

	Genève.	Saint-Bernard.	Genève-St-Bernard.
	mm	mm	mm
Décembre 1870	—6,29	—7,67	+1,38
Janvier 1871. .	—4,59	—5,26	+0,67
Février.	+4,66	+4,88	—0,22
Mars.	+3,63	+3,74	—0,11
Avril.	+0,73	+0,75	—0,02
Mai	+0,49	+0,23	+0,26
Juin	—2,49	—3,76	+1,27
Juillet	—0,21	+0,55	—0,76
Août.	+1,15	+1,38	—0,23
Septembre . . .	—1,68	—0,19	—1,49
Octobre	+0,79	—0,06	+0,85
Novembre . . .	—2,65	—4,09	+1,44
Année	—0,56	—0,83	+0,27

A Genève, les écarts négatifs des mois de décembre, janvier, juin, septembre et novembre, et les écarts positifs des mois de février, mars et août dépassent les limites de l'écart probable pour chacun de ces mois. Les écarts observés au Saint-Bernard suivent la même marche à peu près qu'à Genève, et si l'on tient compte des écarts sur la température de chaque mois, l'analogie devient encore plus grande. Dans les mois de décembre, juin et novembre le baromètre a été relativement plus élevé à Genève qu'au Saint-Bernard de $1^{mm},3$ à $1^{mm},4$, tandis qu'il a été relativement plus bas de $1^{mm},5$ au mois de septembre; pour les trois mois cités en premier lieu, la température était de près de trois degrés plus froide que de coutume dans les deux stations, par conséquent, probablement aussi

de la même quantité dans la couche atmosphérique intermédiaire. Un abaissement de la température de 3° produit une contraction d'une vingtaine de mètres sur une couche de 2070^{m} de hauteur, ce qui doit donner pour la station supérieure une diminution de pression de 1^{mm},5 environ. Au mois de septembre, où la température dans les deux stations était de près de 3° plus élevée que de coutume, la dilatation de la couche atmosphérique entre les deux stations a dû produire une augmentation de pression de près de 1^{mm},5 dans la station élevée relativement à celle de la plaine.

En somme, dans l'année, la pression atmosphérique a été plus faible que de coutume dans les deux stations, et surtout au Saint-Bernard; à Genève on ne trouve, depuis l'année 1836, que sept années où la hauteur moyenne du baromètre ait été inférieure à celle de 1871.

Avec les données suivantes pour l'année 1871 : 726^{mm},06 et 563^{mm},05 pour la hauteur moyenne du baromètre dans les deux stations, +8°,88 et —1°,88 pour la température moyenne, 0,76 et 0,78 pour la fraction moyenne de saturation, je trouve d'après mes tables hypsométriques 2070^{m},0 pour la différence d'altitude des deux stations, chiffre qui diffère très-peu de 2070^{m},3 donné par le nivellement direct.

Les tableaux suivants renferment les données qui permettent d'apprécier la variabilité du baromètre dans les deux stations, soit que l'on considère l'écart entre la hauteur moyenne du baromètre pour chaque jour et la hauteur normale, ou la variation entre deux jours consécutifs, soit que l'on considère les maxima et les minima absolus observés dans chaque mois.

GENÈVE 1871

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes		Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs	
					négatifs	positifs		négatifs	positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1870 .	25	6	5	±8,47	-18,03 le 25	+ 4,43 le 18	±4,52	- 8,43 le 8	+ 9,28 le 19
Janv. 1871 .	26	5	3	7,21	-15,56 le 11	+ 5,04 le 31	4,02	- 8,03 le 11	+ 8,52 le 7
Février. . .	4	24	4	6,93	- 7,84 le 11	+11,84 le 24	3,33	- 8,98 le 11	+ 5,56 le 8
Mars. . . .	5	26	6	5,69	- 5,49 le 16	+12,98 le 2	2,61	- 5,82 le 16	+ 4,79 le 5
Avril . . .	9	21	10	2,88	- 6,75 le 19	+ 6,81 le 12	2,89	- 6,03 le 19	+ 5,29 le 28
Mai	13	18	7	4,01	- 9,15 le 14	+ 6,56 le 20	2,57	- 6,25 le 18	+ 4,15 le 8
Juin	24	6	6	3,10	- 7,54 le 4	+ 2,78 le 27	2,17	- 6,61 le 25	+ 2,93 le 24
Juillet . . .	15	16	7	3,15	- 6,73 le 25	+ 7,17 le 6	2,62	- 6,29 le 11	+ 4,09 le 24
Août	13	18	4	2,77	- 3,93 le 18	+ 5,81 le 27	1,81	- 4,46 le 18	+ 2,45 le 6
Septembre.	19	11	3	3,75	- 9,50 le 26	+ 4,78 le 1	2,55	- 5,23 le 20	+ 5,08 le 30
Octobre . .	11	20	4	4,39	- 9,70 le 3	+ 8,07 le 22	2,82	- 5,83 le 3	+ 4,60 le 22
Novembre .	22	8	4	5,38	-11,02 le 29	+ 4,43 le 19	3,53	- 8,14 le 13	+ 5,07 le 6
Année . . .	186	179	63	±5,07	-18,03 le 25 décembre	+12,98 le 2 mars	±3,00	- 8,98 le 11 février	+ 9,28 le 19 décembre

SAINT-BERNARD 1871

ÉPOQUE	Écarts négatifs	Écarts positifs	Nombre de changements de signe	Écarts moyens	Écarts extrêmes négatifs	Écarts extrêmes positifs	Écarts moy. entre 2 jours consécutifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs négatifs	Écarts extrêmes entre 2 jours consécutifs positifs
				mm	mm	mm	mm	mm	mm
Déc. 1870 .	25	6	2	±9,52	-17,59 le 23	+ 2,80 le 18	±3,28	- 7,15 le 8	+ 7,19 le 20
Janv. 1871 .	30	1	1	7,15	-15,75 le 11	+ 3,31 le 31	2,[illegible]9	- 5,05 le 12	+ 6,61 le 7
Février . .	4	24	2	7,10	- 7,23 le 11	+13,21 le 25	2,75	- 6,00 le 11	+ 5,75 le 8
Mars. . . .	10	21	3	6.58	- 6,51 le 16	+12,80 le 2	2,34	- 3,69 le 20	+ 5,61 le 15
Avril. . . .	10	20	11	2,47	- 2,80 le 1	+ 7,66 le 12	2.20	- 4,41 le 11	+ 4,06 le 13
Mai	13	18	5	3,15	- 7,50 le 17	+ 3,35 le 20	1,98	- 5,46 le 18	+ 3,30 le 13
Juin	25	5	5	4,81	-11,62 le 4	+ 1,39 le 15	2,12	- 3,05 le 4	+ 5,63 le 24
Juillet . . .	13	18	9	3.11	- 7,67 le 25	+ 5,09 le 17	2,30	- 4,40 le 26	+ 4,34 le 24
Août. . . .	10	21	5	2,76	- 3,40 le 4	+ 5,19 le 25	1,29	- 3,05 le 19	+ 2,80 le 2
Septembre.	14	16	9	3,43	- 7,23 le 26	+ 5,94 le 1	2,45	- 4,05 le 28	+ 6,89 le 30
Octobre . .	14	17	4	3.79	- 8,91 le 2	+ 5,32 le 22	2,22	- 4,13 le 3	+ 3,52 le 22
Novembre .	28	2	4	5,46	- 9,49 le 12	+ 2,30 le 25	2,66	- 6,52 le 13	+ 4,83 le 15
Année . . .	196	169	60	±5,30	-17,59 le 23 décembre 70.	+13,21 le 25 février.	±2,38	- 7,15 le 8 décembre.	+ 7,19 le 20 décembre 70.

GENÈVE 1871.

	Maximum.	Date	Minimum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1870.	733,59	le 18	707,70	le 25	25,89
Janv. 1871.	733,80	le 31	711,06	le 9	22,74
Février . .	738,65	le 24	713,64	le 11	25,01
Mars . . .	739,08	le 2	714,56	le 16	24,52
Avril . . .	731,88	le 12	716,96	le 19	14,92
Mai	733,10	le 20	714,12	le 14	18,98
Juin. . . .	730,70	le 26	718,47	le 4	12,23
Juillet. . .	735,16	le 6	720,60	le 25	14,56
Août . . .	734,25	le 27	723,33	le 18	10,92
Septembre.	733,29	le 1	715,55	le 26	17,74
Octobre. .	735,25	le 22	716,20	le 3	19,05
Novembre.	732,19	le 20	713,92	le 11	18,27
Année . . .	739,08	le 2 mars.	707,70	le 25 déc.	31,38

SAINT-BERNARD 1871.

	Maximum.	Date.	Minimum.	Date.	Amplitude.
	mm		mm		mm
Déc. 1870.	565,87	le 18	543,80	le 23	22,07
Janv. 1871.	565,29	le 31	544,76	le 11	20,53
Février . .	575,75	le 24	549,87	le 11	25,88
Mars . . .	573,05	le 2	551,02	le 16	22,03
Avril . . .	569,68	le 12	557,14	le 1	12,54
Mai. . . .	568,91	le 29	555,71	le 17	13,20
Juin. . . .	568,70	le 16	553,35	le 4	15,35
Juillet. . .	574,00	le 17	560,53	le 25	13,47
Août . . .	574,10	le 26	564,23	le 4	9,87
Septembre.	574,63	le 1	556,81	le 26	17,82
Octobre . .	570,79	le 22	554,35	le 2	16,44
Novembre.	564,17	le 14	551,60	le 17	12,57
Année. . .	575,75	le 24 février.	543,80	le 23 déc.	31,95

GENÈVE 1871. — Tension de la vapeur.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	18 h.	20 h.	22 h.	TENSION moyenne des 24 h.	TENSION Minimum absolu	TENSION Maximum absolu
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
Décembre 1870.	3,79	3,79	3,70	3,65	3,62	3,59	3,59	3,58	3,69	3,64	1,33	9,48
Janvier 1871 . .	3,45	3,48	3,34	3,33	3,25	3,20	3,11	3,12	3,23	3,25	1,90	5,57
Février	4,39	4,42	4,37	4,40	4,45	4,41	4,12	4,16	4,38	4,32	2,73	6,86
Mars	5,20	5,05	4,96	5,06	5,29	5,26	4,81	5,01	5,21	5,05	2,22	9,16
Avril	6,23	6,19	6,23	6,26	6,53	6,43	6,22	6,46	6,53	6,29	3,05	9,64
Mai	6,61	6,57	6,63	6,95	7,36	7,35	6,96	6,98	6,76	6,87	3,47	12,32
Juin	7,92	8,11	7,82	8,14	8,54	8,54	8,21	8,20	7,97	8,12	4,02	15,23
Juillet	11,18	11,37	11,05	11,60	11,92	11,68	11,10	11,54	11,38	11,37	6,67	18,48
Août	10,83	11,00	11,02	11,77	12,01	11,64	10,55	11,24	11,33	11,14	6,42	15,80
Septembre . . .	10,58	10,55	11,04	11,07	11,30	10,77	10,30	10,60	10,56	10,52	6,38	15,48
Octobre	7,05	7,12	7,19	7,24	7,17	7,11	6,91	7,02	7,06	6,96	3,83	11,44
Novembre . . .	4,46	4,45	4,41	4,43	4,45	4,43	4,28	4,33	4,43	4,37	2,57	7,17
Hiver	3,86	3,90	3,78	3,77	3,75	3,71	3,59	3,60	3,75	3,72	1,33	9,48
Printemps . . .	6,01	5,93	5,94	6,08	6,39	6,35	6,00	6,15	6,16	6,07	2,22	12,32
Été	10,00	10,18	9,99	10,53	10,85	10,64	9,97	10,35	10,25	10,23	4,02	18,48
Automne	7,36	7,37	7,54	7,58	7,62	7,44	7,16	7,31	7,35	7,28	2,57	15,48
Année	6,82	6,86	6,83	7,01	7,17	7,05	6,70	6,87	6,89	6,84	1,33	18,48

GENÈVE 1871. — Fraction de saturation en millièmes.

ÉPOQUE	Midi	2 h.	4 h.	6 h.	8 h.	10 h.	(Minuit)	(14 h.)	(16 h.)	18 h.	20 h.	22 h.	Fraction moyenne	Minimum absolu	Maximum absolu
Déc. 1870 .	822	807	826	845	849	859	870	882	886	891	883	865	857	560	1000, 11 fois
Janvier 1871	815	800	800	850	853	873	881	892	906	915	899	849	861	510	1000, 21 »
Février. . .	726	699	679	744	824	858	892	920	941	932	911	831	830	330	1000, 23 »
Mars	666	624	616	669	764	802	841	876	900	874	826	743	767	310	1000, 12 »
Avril	544	526	538	589	668	705	748	814	867	849	737	658	687	320	1000, 2 »
Mai	489	441	441	487	593	660	728	795	824	758	654	566	620	250	960
Juin	559	561	530	598	695	771	828	874	882	815	694	628	702	230	1000, 1 »
Juillet . . .	575	541	525	574	669	746	805	858	872	808	714	639	694	300	990
Août	545	515	509	597	710	774	815	856	893	865	743	636	705	350	960
Septembre .	590	559	605	662	760	775	796	845	897	877	755	651	731	350	1000, 1 »
Octobre . .	723	694	726	793	825	851	868	884	889	880	860	786	815	400	1000, 15 »
Novembre .	761	737	762	799	819	845	849	849	849	849	847	802	814	460	990
Hiver. . . .	790	771	771	815	842	863	881	897	910	912	897	849	850	330	1000, 55 fois
Printemps .	567	531	531	582	675	722	773	828	864	827	739	655	691	250	1000, 14 »
Été	560	538	521	589	691	763	816	863	882	829	717	635	700	230	1000, 1 »
Automne . .	692	663	698	752	802	824	838	860	878	869	821	747	787	350	1000, 16 »
Année . . .	651	624	630	684	752	793	826	862	883	859	793	721	756	230	1000, 86 fois

Formules de la variation diurne de la fraction de saturation. — GENÈVE 1871.

Décembre 1870	$H = 857 + 34 \sin(\mu + 215{,}2^\circ) + 13 \sin(2\mu + 232{,}4^\circ) + 6 \sin(3\mu + 210{,}2^\circ)$
Janvier 1871 .	$H = 861 + 50 \sin(\mu + 221{,}0) + 19 \sin(2\mu + 232{,}0) + 2 \sin(3\mu + 256{,}0)$
Février. . . .	$H = 830 + 126 \sin(\mu + 218{,}5) + 29 \sin(2\mu + 208{,}1) + 3 \sin(3\mu + 129{,}3)$
Mars	$H = 767 + 137 \sin(\mu + 222{,}8) + 20 \sin(2\mu + 213{,}7) + 8 \sin(3\mu + 79{,}4)$
Avril	$H = 687 + 160 \sin(\mu + 220{,}7) + 34 \sin(2\mu + 264{,}0) + 10 \sin(3\mu + 67{,}1)$
Mai.	$H = 620 + 186 \sin(\mu + 225{,}0) + 10 \sin(2\mu + 294{,}8) + 15 \sin(3\mu + 80{,}2)$
Juin	$H = 702 + 174 \sin(\mu + 234{,}1) + 7 \sin(2\mu + 344{,}1) + 15 \sin(3\mu + 64{,}7)$
Juillet	$H = 694 + 169 \sin(\mu + 227{,}8) + 4 \sin(2\mu + 350{,}1) + 14 \sin(3\mu + 70{,}9)$
Août	$H = 705 + 188 \sin(\mu + 229{,}8) + 26 \sin(2\mu + 237{,}5) + 16 \sin(3\mu + 47{,}5)$
Septembre . .	$H = 731 + 149 \sin(\mu + 232{,}8) + 40 \sin(2\mu + 262{,}0) + 16 \sin(3\mu + 56{,}9)$
Octobre . . .	$H = 815 + 90 \sin(\mu + 233{,}2) + 28 \sin(2\mu + 228{,}7) + 7 \sin(3\mu + 203{,}2)$
Novembre . .	$H = 814 + 52 \sin(\mu + 233{,}6) + 19 \sin(2\mu + 214{,}5) + 5 \sin(3\mu + 233{,}1)$
Hiver	$H = 850 + 68 \sin(\mu + 218{,}4) + 19 \sin(2\mu + 220{,}6) + 3 \sin(3\mu + 205{,}3)$
Printemps . .	$H = 691 + 160 \sin(\mu + 223{,}0) + 18 \sin(2\mu + 252{,}9) + 11 \sin(3\mu + 76{,}6)$
Été.	$H = 700 + 177 \sin(\mu + 230{,}4) + 8 \sin(2\mu + 265{,}8) + 15 \sin(3\mu + 62{,}7)$
Automne. . .	$H = 787 + 97 \sin(\mu + 233{,}0) + 28 \sin(2\mu + 240{,}3) + 3 \sin(3\mu + 101{,}3)$
Année	$H = 756 + 125 \sin(\mu + 227{,}0) + 18 \sin(2\mu + 241{,}3) + 6 \sin(3\mu + 76{,}4)$

Si l'on compare l'année 1871 avec la moyenne des 22 années 1849-70, on trouve les écarts suivants pour la tension moyenne de la vapeur, pour la fraction moyenne de saturation en millièmes, et pour le nombre de cas de saturation.

ÉCARTS.

	Tension moyenne.	Fraction de saturation.	Cas de saturation
	mm		
Décembre 1870 .	—0,63	— 10	—27
Janvier 1871 . .	—0,90	+ 6	—12
Février	—0,14	+ 11	+ 3
Mars	+0,42	+ 8	+ 3
Avril	+0,29	— 14	— 2
Mai	—1,14	— 91	— 4
Juin	—1,12	+ 7	— 1
Juillet	+0,75	+ 20	— 1
Août	+0,57	— 3	— 2
Septembre. . . .	+0,96	— 46	— 5
Octobre	—0,75	— 17	— 4
Novembre. . . .	—0,97	— 23	—18
Hiver	—0,57	+ 2	—36
Printemps	—0,15	— 33	— 3
Été	+0,08	+ 8	— 4
Automne	—0,26	— 29	—27
Année.	—0,22	— 13	—70

En somme, l'année 1871 peut être considérée comme ayant été sèche au point de vue hygrométrique, puisqu'elle est restée au-dessous de la moyenne, soit pour la quantité absolue de vapeur renfermée dans l'air, soit pour la fraction de saturation, soit pour le nombre des cas de saturation.

Vents observés à Genève, dans l'année 1871.

	Décemb. 1870.	Janvier 1871.	Février.	Mars.	Avril.	Mai.	Juin.	Juillet.	Août.	Septembre.	Octobre.	Novembre.	Année.
Calme	8	7	23	7	6	4	16	14	16	12	16	9	138
N. . .	36	42	36	15	65	162	103	86	92	67	70	57	831
NNE .	82	84	22	105	5	43	22	11	38	20	73	73	578
NE. .	35	24	12	14	4	25	3	5	11	11	31	55	230
ENE .	6	5	1	1	2	1	0	0	1	1	3	4	25
E. . .	7	18	9	2	5	6	5	2	4	6	14	8	86
ESE .	4	37	2	2	0	0	0	0	0	0	3	1	49
SE. .	9	19	7	3	6	6	11	6	7	3	10	14	101
SSE. .	9	15	9	4	4	2	2	9	5	2	2	2	65
S. . .	26	16	27	14	44	13	29	37	22	39	26	20	313
SSO. .	39	34	31	43	83	25	51	54	34	72	58	25	549
SO. .	40	42	36	29	53	13	45	48	46	40	20	40	452
OSO. .	14	6	11	7	12	6	7	14	9	9	6	8	109
O. . .	19	17	15	7	14	9	14	12	8	7	9	9	140
ONO .	0	2	3	1	0	0	1	1	2	1	0	0	11
NO. .	8	5	4	6	13	5	3	7	7	6	7	9	80
NNO .	3	3	12	9	4	7	2	6	7	7	7	3	70

	RAPPORT. Vents NE. à SO.	RÉSULTANTE. Direction.	RÉSULTANTE. Intensité sur 100.	Calme sur 100.
		°		
Décembre 1870.	1,20	N 0,4 E	12,7	2,9
Janvier 1871. . .	1,50	N 30,2 E	15,6	2,5
Février	0,67	S 63,7 O	17,1	9,1
Mars	2,37	N 1,6 E	56,2	2,5
Avril	0,39	S 46,0 O	43,1	2,2
Mai	3,60	N 2,1 E	63,2	1,4
Juin.	0,91	N 79,5 O	19,4	5,9
Juillet.	0,63	S 68,2 O	27,1	5,0
Août	1,23	N 38,4 O	20,1	5,7
Septembre . . .	0,63	S 60,1 O	24,5	4,4
Octobre	1,74	N 15,9 E	24,5	5,7
Novembre. . . .	1,93	N 18,0 E	34,0	3,3
Année	1,12	N 35,3 O	12,0	4,2

La comparaison de ces chiffres avec ceux déduits d'une longue série d'années montre que l'année 1871 s'écarte peu de la moyenne sous le rapport de la distribution des vents. Si l'on compare la fréquence relative des vents du nord, du nord-nord-est et nord-est avec ceux du sud, du sud-sud-ouest et du sud-ouest, en réduisant au chiffre proportionnel de 1000 observations les nombres du tableau précédent qui se rapportent à 3285 observations, et dans lesquels on a tenu compte de la force du vent par un coefficient variant de 0 à 3, on trouve :

	1871.	Moyenne.	Différence.		1871.	Moyenne.	Différence.
N.	253	273	—20	S.	96	116	—20
NNE.	176	216	—40	SSO.	167	194	—27
NE.	70	38	+32	SO.	138	125	+13
Pour les 3 directions N à NE			—28	Pour les 3 directions S à SO			—34

Pour les vents du nord au nord-est, aussi bien que pour ceux du sud au sud-ouest, les chiffres proportionnels qui représentent l'intensité relative, sont plus faibles que de coutume ; on peut donc conclure des chiffres ci-dessus que la force du vent a été moindre en 1871, qu'elle ne l'est ordinairement, soit pour le courant polaire, soit surtout pour le courant équatorial. Cela ressort également du nombre de jours de forte bise, et de ceux de fort vent du sud, donné pour chaque mois dans le tableau suivant.

En moyenne le nombre de jours de forte bise est de 45 dans l'année, tandis qu'en 1871 il n'a été que de 40, et le nombre de jours de fort vent du sud est de 54, tandis qu'il a été de 22 seulement en 1871.

	Nombre de jours de	
	forte bise.	fort vent du Midi.
Décembre 1870 . .	8	0
Janvier 1871	5	1
Février.	0	0
Mars	8	2
Avril	0	5
Mai	5	1
Juin	2	3
Juillet	0	4
Août	3	0
Septembre	0	3
Octobre	4	3
Novembre	5	0
Année	40	22

Les vents observés au Saint-Bernard pendant l'année 1871 sont :

	VENTS.			RÉSULTANTE.		
	NE.	SO.	Rapport.	Direction.	Intensité sur 100.	Calme sur 100.
Déc. 1870.	212	119	1,78	N 45°E	33,3	9,3
Janv. 1871.	152	138	1,10	N 45 E	5,2	11,8
Février . .	228	43	5,30	N 45 E	73,4	12,3
Mars. . . .	186	157	1,18	N 45 E	10,4	10,0
Avril . . .	223	40	5,57	N 45 E	67,8	17,4
Mai	195	57	3,42	N 45 E	49,5	18,3
Juin. . . .	208	63	3,31	N 45 E	53,7	20,0
Juillet . . .	149	86	1,73	N 45 E	22,6	21,6
Août . . .	175	77	2,27	N 45 E	35,1	14,7
Septembre.	101	169	0,60	S 45 O	25,2	14,1
Octobre . .	181	93	1,95	N 45 E	31,5	11,8
Novembre.	170	144	1,18	N 45 E	9,6	8,5
Année. . .	2180	1186	1,84	N 45 E	30,3	14,2

Pluie ou neige, dans l'année 1871.

	GENÈVE.			SAINT-BERNARD.	
	Nombre de jours.	Eau tombée.	Nombre d'heures.	Nombre de jours.	Eau tombée.
		mm			mm
Décemb. 1870.	16	50,9	87	10	43,1
Janvier 1871 .	10	56,2	54	12	42,8
Février	10	15,3	32	1	5,6
Mars	10	32,3	44	4	18,8
Avril	16	77,9	70	13	164,7
Mai	2	10,4	15	3	22,1
Juin.	12	83,3	77	10	91,8
Juillet.	10	105,5	52	9	77,6
Août	10	43,0	29	6	92,1
Septembre. . .	11	90,7	51	9	112,8
Octobre	12	80,7	69	8	110,7
Novembre. . .	10	41,2	39	4	33,1
Hiver	36	122,4	173	23	91,5
Printemps. . .	28	120,6	129	20	205,6
Été	32	231,8	158	25	261,5
Automne . . .	33	212,6	159	21	256,6
Année.	129	687,4	619	89	815,2

A Genève, le sol a été recouvert de neige pendant une période beaucoup plus longue que de coutume, conséquence d'un hiver rigoureux, bien que les chutes n'aient pas été très-abondantes. Dans les premiers jours de décembre, le 3 et le 8, il en était tombé une hauteur totale de 133^{mm}, qui avait fondu à la suite du radoucissement de la température le 13 de ce mois. A la fin du mois, du 25 au 31, il est tombé en 5 jours une hauteur totale de 189^{mm}. Pendant le mois de janvier, il y a eu 8 jours de neige, qui ont produit une hauteur totale de 411^{mm}, et c'est le 9 février seulement, qu'à la suite de pluies chaudes, la couche de neige qui recouvrait le sol depuis le 25 décembre a disparu dans la plaine, sauf dans quelques endroits où elle avait été amoncelée par le vent, ou artifi-

ciellement; la neige a persisté ainsi pendant près de sept semaines, ce qui est assez rare à Genève. Depuis le commencement de février, il est tombé encore dans ce mois et en mars quelques flocons, sans que la neige prît pied. En automne, la première neige a eu lieu le 12 novembre, et elle est restée deux à trois jours avant de fondre; il en est encore tombé à deux reprises dans ce mois, mais elle a fondu au bout de quelques heures.

La comparaison de l'année 1871 avec la moyenne des 42 années 1826-67 pour Genève, et celle des 27 années 1841-67 pour le Saint-Bernard, donne les différences suivantes pour le nombre de jours de pluie ou de neige, et pour la quantité d'eau tombée:

	GENÈVE		ST.-BERNARD	
	Excès sur le nombre de jours de pluie.	Excès sur la quantité d'eau tombée.	Excès sur le nombre de jours de pluie.	Excès sur la quantité d'eau tombée.
		mm		mm
Décembre 1870	+ 7	+ 1,0	+ 2	— 30,0
Janvier 1871 ..	0	+ 7,3	+ 1	— 86,3
Février	+ 2	— 22,3	— 8	— 88,0
Mars....... .	0	— 16,2	— 7	— 78,1
Avril.........	+ 5	+ 19,5	+ 2	+ 44,7
Mai..........	—10	— 71,5	— 8	— 98,0
Juin	+ 1	+ 5,7	0	— 9,5
Juillet	+ 1	+ 38,0	0	+ 2,5
Août.........	0	— 38,1	— 3	+ 6,3
Septembre ...	0	— 10,0	0	— 3,2
Octobre	+ 1	— 17,2	— 2	— 31,6
Novembre	0	— 32,6	— 6	— 65,4
Hiver	+ 9	— 14,0	— 5	—204,3
Printemps....	— 5	— 68,2	—13	—131,4
Été..........	+ 2	+ 5,6	— 3	— 0,7
Automne	+ 1	— 59,8	— 8	—100,2
Année	+ 7	—136,4	—29	—436,6

Il ressort de ce tableau, qu'à Genève la quantité totale d'eau tombée dans l'année est notablement au-dessous de la moyenne, bien que le nombre de jours de précipitation aqueuse ait été plus grand que de coutume; ainsi les pluies étaient plus fréquentes, mais en même temps, bien moins abondantes qu'elles ne le sont ordinairement. Cela a surtout eu lieu en hiver et en automne; au printemps, les pluies ont été non-seulement beaucoup moins abondantes, mais moins fréquentes que de coutume, et c'est dans cette saison que l'on trouve le plus grand déficit dans la quantité d'eau tombée.

J'ai relevé dans le tableau suivant, pour chaque mois, les plus longues périodes de sécheresse, ou de jours consécutifs sans pluie, et les plus longues périodes pluvieuses, ou de jours consécutifs de pluie. Je donne également le nombre de jours, où la quantité d'eau tombée dans 24 heures a été faible, au-dessous d'un millimètre, ou très-faible au-dessous d'un quart de millimètre, enfin, la quantité maximum d'eau tombée dans 24 heures; cette quantité n'a jamais atteint 3 centimètres, le maximum s'étant élevé à $25^{mm},2$ seulement le 28 juillet. On voit encore là une confirmation du fait déjà signalé du peu d'abondance des pluies dans l'année 1871, car il est assez rare de trouver une année dans laquelle la quantité d'eau tombée dans 24 heures ne dépasse pas, et même plus d'une fois, trois centimètres, le maximum moyen étant de 54 millimètres. La fréquence de la pluie en 1871 est constatée également par la durée de la plus longue période de sécheresse, qui a été de 16 jours seulement, tandis que le chiffre moyen est de 24 jours.

	Périodes de sécheresse.		Périodes pluvieuses.		Pluie dans 24 heures au-dessous de		Pluie dans 24 heures	
					$1^{mm},0$.	$0^{mm},25$.	maximum.	dépassant 3^{cm}
Décembre 1870	3 jours		3 jours		8	2	mm 17,9 le 12	–
Janvier 1871..	9 »	(26-3 févr.)	4 »	(22-25)	4	2	19,6 le 17	–
Février	11 »	(22-4 mars)	7 »	(4-10)	6	0	4,5 le 9	–
Mars	6 »	(21-26)	4 »	(14-17)	4	0	8,0 le 8	–
Avril	8 »	(2- 9)	6 »	(15-20)	2	1	12,1 le 27	–
Mai	15 »	(1-15)	1 »		1	1	10,2 le 27	–
Juin	8 »	(9-16)	5 »	(17-21)	1	1	16,6 le 17	–
Juillet	7 »	(12-18)	2 »		1	0	25,2 le 28	–
Août	7 »	(24-30)	3 »		4	1	14,2 le 4	–
Septembre....	7 »	(1- 7)	2 »		2	1	23,2 le 21	–
Octobre......	16 »	(22- 6 nov.)	6 »	(7-12)	2	1	15,0 le 2	–
Novembre	10 »	(18-27)	3 »		1	0	24,0 le 11	–
Année	16 jours (du 22 octob. au 6 nov.)		7 jours (du 4 février au 10 févr.)		36	10	25,2 le 28 juillet	–

J'ai formé, comme pour les années précédentes, le tableau suivant, qui fait ressortir d'une manière plus claire la distribution de la pluie à Genève. Ce tableau fait connaître la durée relative de la pluie, obtenue en divisant le nombre d'heures de pluie par le nombre total d'heures contenues dans la période; le nombre moyen d'heures pendant lequel il a plu un jour de pluie; enfin, la quantité moyenne d'eau tombée par heure. Il a été impossible de dresser ce tableau pour le Saint-Bernard, vu l'insuffisance des données relatives au nombre d'heures de pluie ou de neige.

GENÈVE.

	Durée relative de la pluie.	Nombre moyen d'heures par jour.	Eau tombée dans 1 heure.
Décembre 1870...	0,117	5,44	0,59
Janvier 1871.....	0.073	5,40	1.04
Février.........	0,048	3,20	0,48
Mars...........	0,059	4,40	0.74
Avril...........	0,097	4,38	1,11
Mai............	0,020	7,50	0,69
Juin...........	0.107	6,42	1,82
Juillet..........	0,070	5.20	2,03
Août...........	0,039	2,90	1,48
Septembre.......	0,071	4,64	1,78
Octobre.........	0,093	5,75	1,17
Novembre.......	0,054	3,90	1,06
Hiver...........	0,080	4,81	0,71
Printemps.......	0,058	4,61	0,94
Été............	0,072	4,94	1,47
Automne........	0,073	4,82	1,34
Année..........	0,071	4,80	1,11

Au Saint-Bernard, le déficit dans la quantité d'eau tombée est très-considérable; le nombre de jours de pluie

ou de neige ayant été également beaucoup plus faible que de coutume, l'année 1871 a sous ces deux points de vue un caractère de sécheresse très-prononcé. Le déficit a été considérable surtout en hiver, puis au printemps et en automne, l'été ne s'écartant pas de la moyenne, c'est donc pour la précipitation sous forme de neige que la diminution est la plus fortement accusée. La hauteur totale de la neige tombée dans l'année n'atteint pas 3,5 mètres, c'est-à-dire notablement moins de la moitié de la hauteur moyenne et elle ne dépasse pas celle qui tombe quelquefois dans le courant d'un seul mois. Le tableau suivant donne la hauteur de la couche de neige tombée dans chaque mois ; on voit que le mois d'août est le seul dans lequel il n'ait pas neigé.

Hauteur de la neige tombée au Saint-Bernard dans les différents mois de 1871.

	millimètres.
Décembre 1870. . . .	490
Janvier 1871	590
Février.	70
Mars	230
Avril	765
Mai.	87
Juin	235
Juillet.	30
Août	0
Septembre	10
Octobre.	685
Novembre	268
Année	3460

Le nombre de jours où l'on a entendu le tonnerre, à Genève, s'élève à 21 dans le courant de l'année, répartis comme suit dans les différents mois ; les orages ont été moins fréquents que de coutume en 1871, le chiffre

moyen étant de 25. Les détails sur les orages se trouvent dans les tableaux mensuels.

	Jours de tonnerre à Genève.	Jours d'éclairs sans tonnerre.
Décembre 1870. . . .	0	0
Janvier 1871	0	0
Février	0	0
Mars	0	0
Avril	1	0
Mai	3	0
Juin	1	2
Juillet	5	1
Août.	4	2
Septembre	7	3
Octobre.	0	0
Novembre.	0	0
Année	21	8

Voici enfin le nombre de jours, où l'on a observé des halos, ou des couronnes, autour du soleil, ou autour de la lune; les détails sur ces phénomènes se trouvent également dans les tableaux mensuels.

	Halo solaire.	Couronne solaire.	Halo lunaire.	Couronne lunaire.
Décembre 1870. .	0	0	0	0
Janvier 1871 . . .	0	0	0	0
Février	0	0	0	1
Mars	2	0	0	1
Avril	3	0	1	0
Mai	1	0	0	0
Juin.	3	0	0	0
Juillet.	5	0	2	1
Août	3	0	0	0
Septembre.	4	0	1	1
Octobre	2	0	0	0
Novembre	0	0	0	1
Année.	23	0	4	5

État du ciel.

	GENÈVE.					SAINT-BERNARD.				
	Jours clairs.	Jours peu nuag.	Jours très-nuag.	Jours couverts.	Clarté moyenne.	Jours clairs	Jours peu nuag.	Jours très-nuag.	Jours couverts.	Clarté moyenne
Déc. 1870.	1	0	4	26	0,88	14	2	6	9	0,40
Janv. 1871.	0	0	7	24	0,88	9	6	7	9	0,48
Février...	6	1	7	14	0,67	16	1	4	7	0,37
Mars.....	7	7	5	12	0,54	9	4	9	9	0,53
Avril......	5	4	5	16	0,65	5	5	2	18	0,66
Mai.......	11	15	1	4	0,34	9	7	10	5	0,46
Juin......	4	6	6	14	0,65	3	6	4	17	0,72
Juillet.....	11	9	5	6	0,41	8	6	5	12	0,55
Août......	15	8	5	3	0,31	11	2	9	9	0,50
Septembre.	8	9	5	8	0,48	4	7	9	10	0,59
Octobre...	1	5	7	18	0,75	12	7	3	9	0,44
Novembre.	3	0	3	24	0,84	9	2	5	14	0,56
Hiver.....	7	1	18	64	0,816	39	9	17	25	0,418
Printemps.	23	26	11	32	0,503	23	16	21	32	0,542
Été.......	30	23	16	23	0,448	22	14	18	38	0,581
Automne..	12	14	15	50	0,689	25	16	17	33	0,531
Année.....	72	64	60	169	0,612	109	55	73	128	0,519

D'après la notation adoptée, la portion du ciel couverte par des nuages est exprimée en dixièmes, 0,0 représentant un ciel parfaitement clair, et 1,0 un ciel entièrement couvert. Un jour est rangé dans la catégorie des jours clairs, peu nuageux, très-nuageux ou couverts, selon que la clarté moyenne déduite des neuf observations diurnes est comprise entre les limites respectives 0,0 et 0,25; 0,25 et 0,50; 0,50 et 0,75; 0,75 et 1,00.

A Genève, la nébulosité a été un peu plus faible que de coutume dans l'année; c'est surtout au printemps et en été que le ciel a été plus clair, tandis qu'il a été plus couvert en hiver et en automne.

Voici enfin le nombre des jours de brouillard à Genève dans l'année 1871.

	Brouillard tout le jour.	Brouillard une partie de la journée.	Nombre total.
Décembre 1870. . .	2	2	4
Janvier 1871	1	6	7
Février.	2	6	8
Mars.	2	2	4
Avril.	0	0	0
Mai	0	0	0
Juin	0	0	0
Juillet	0	0	0
Août	0	0	0
Septembre	0	0	0
Octobre	4	2	6
Novembre	4	4	8
Année	15	22	37

TRANSFORMATIONS

DU

MOUVEMENT CHEZ LES ÊTRES ORGANISÉS

PAR

M. Alph. de CANDOLLE [1].

On remarque dans les êtres organisés des mouvements de plusieurs sortes.

Indépendamment de ceux que nous appelons volon-

[1] Le présent article est tiré du volume que M. de Candolle vient de publier sous le titre : *Histoire des sciences et des savants depuis deux siècles, suivie d'autres études sur des sujets scientifiques, en particulier sur la sélection dans l'espèce humaine* (in-8°. Genève, Bâle et Lyon, chez Georg, 1873). Dans ce volume l'auteur traite de l'histoire des sciences par une méthode nouvelle, en se servant des nominations de membres étrangers par la Société royale de Londres et les Académies de Paris et de Berlin comme d'un moyen de comparaison impartiale entre les savants de divers pays. Il en tire de nombreuses conclusions relativement aux causes qui ont favorisé ou entravé le développement des sciences en Europe, depuis l'époque de Newton. Les autres articles sont intitulés :

L'esprit d'observation et l'enseignement dans les écoles.

Avantage pour les sciences d'une langue dominante et laquelle des langues modernes sera dominante au vingtième siècle.

Sur la part d'influence de l'hérédité, la variabilité et la sélection dans le développement de l'espèce humaine, et avenir de cette espèce.

D'une alternance forcée dans l'intensité des maladies et dans la valeur des préservatifs, tels que la vaccination.

Sur les différents sens du mot nature et par conséquent des mots naturel, surnaturel, etc.

La statistique et le libre arbitre.

Plusieurs de ces articles, comme on le voit, et l'introduction placée en tête de l'ouvrage, se rapportent aux questions qui sont à l'ordre du jour depuis les publications de M. Darwin.

taires, qui se rattachent au système nerveux, particulier aux animaux, il est aisé de voir, dans l'un et l'autre règne, des mouvements de circulation intérieure, de direction des organes, d'extension des tissus, enfin, de formation de parties nouvelles et distinctes, dont quelques-unes se séparent et jouent ensuite un rôle très-important.

Plusieurs de ces mouvements peuvent s'expliquer par des causes physiques ou chimiques. La science a fait de grands progrès sur ce point. Ainsi, la perméabilité des membranes et même des liquides, propriété observée dans les substances organiques et inorganiques, a rendu compte de phénomènes jadis très-obscurs, par exemple de l'absorption, des sécrétions, et, en général, des transmissions de substances au travers de tissus végétaux ou animaux. La turgescence des cellules, certaines directions des tissus qui en sont l'effet, les accroissements dans les points où les matières nutritives se réunissent, et les modifications diverses de substances mises en contact, sont autant de faits qui résultent des transports et qui, à leur tour, expliquent d'autres phénomènes.

La physiologie avance tous les jours dans ce sens. Mais, quelque rapides que soient ses progrès, le phénomène de la formation des organes, qui a lieu d'une certaine manière pour chaque individu en raison de ceux qui ont précédé, sera longtemps, et peut-être toujours, une véritable énigme. On expliquera sans doute comment tel tissu augmente par l'addition de nouveaux matériaux. On parvient déjà, en employant le microscope, à voir comment plusieurs cellules dérivent d'une seule et une cellule unique du protoplasma. Bientôt peut-être on découvrira quelque substance antérieure au protoplasma. Inversement,

on peut suivre les évolutions du protoplasma, de la cellule, des agglomérations de cellules et des ramifications de tissus cellulaires, mais tout cela n'explique pas pourquoi les formations et les ramifications ressemblent à celles qui ont existé longtemps auparavant et dont il ne reste plus aucune trace. Voici, par exemple, deux particules de protoplasma, ou même, si l'on veut, deux cellules, prises dans le sac embryonnaire de deux plantes phanérogames. Sous le microscope on n'aperçoit aucune différence entre les deux protoplasmas ni entre les deux cellules. L'analyse chimique n'en montre également aucune. Cependant un de ces protoplasmas, ou une de ces cellules, produira, je suppose, un trèfle, et l'autre protoplasma ou cellule, un chêne, selon les origines. Mêmes phénomènes dans l'autre règne. Ainsi l'identité apparente — dans tous les cas, une ressemblance évidente — des particules initiales, conduit à des évolutions très-variées, reproduisant les formes antérieures de chaque ligne ascendante.

Nous voyons donc les résultats d'un mouvement qui produit les formes, mouvement appelé avec raison *plastique*. Nous voyons aussi, jusqu'à un certain degré de quelle manière il procède, physiquement ou chimiquement, mais nous ne voyons pas les causes, et nous devons penser qu'elles sont en dehors du champ de notre vision armée des plus puissants miscroscopes. Nous jugeons de la formation successive d'un être organisé à peu près comme avec une bonne lunette et à quelques lieues de distance nous comprenons la construction d'un édifice. Il sort de terre; il s'élève ; il prend certaines formes, et nous apercevons quelques-uns des moyens par lesquels on transporte ou dispose les matériaux; mais nous ne voyons pas pourquoi l'édifice revêt la forme grec-

que ou gothique, se divise d'une manière plutôt que d'une autre, prend une certaine dimension, une certaine couleur, etc. Plusieurs causes essentielles nous échappent. De même, dans toute évolution, il y a un point où nous ne pouvons plus voir ni les faits ni les causes antérieures qui les produisent.

Le mouvement plastique est celui qui caractérise le mieux les êtres organisés. On ne voit rien de semblable dans les phénomènes de la matière inorganique. Quelques exemples suffiront pour le prouver, surtout si je les choisis dans les objets ou les phénomènes qui offrent certaines ressemblances avec ceux des règnes organiques : je citerai les cristaux et les machines.

Une substance inorganique se cristallise d'une façon bien déterminée et constante. A la suite d'agglomérations successives elle ressemble à un arbre qui végète, ou même, si l'on veut à un animal articulé. Mais cette substance ne passe pas d'un état cristallin à un autre. Chacun de ses fragments, mis dans des conditions favorables, ne produit pas, d'abord un hexaèdre, celui-ci engendrant un tétraèdre, lequel produirait un dodécaèdre, etc., — toujours dans le même ordre d'évolution, — tel fragment de l'un de ces cristaux pouvant lui-même ensuite répéter l'évolution. Chez un être organisé, les formes nombreuses et variées se répètent indéfiniment et dans un ordre semblable. Ainsi, du protoplasma formé dans un ovule de lys produit une cellule, qui engendre d'autres cellules sous une certaine forme propre à l'embryon du lys; cet embryon grandit avec addition de feuilles, fleurs, fruits, dont chaque partie externe ou interne a une position déterminée ; ensuite un fragment de la plante beaucoup plus simple (bulbille ou embryon), recommence une évo-

lution de formes presque identiques, et de même à l'infini. On voit à quel degré le mouvement des formations organisées est différent de celui des cristaux.

Les machines que nous construisons ressemblent à des êtres organisés. Il y a chez elles des parties qui servent à un ensemble, comme les organes des végétaux et des animaux. Il se fait des évolutions de formes, des mouvements, et quelquefois de véritables opérations chimiques dans l'intérieur des récipients, ou par élimination de divers matériaux. Telle machine produit une substance déterminée, comme une plante produit de la fécule, ou l'abeille de la cire. Mais on n'a jamais construit une machine dont les éléments, ou au moins certains éléments seraient capables de reproduire une autre machine à peu près identique, laquelle aurait des parties pouvant reproduire encore la même machine, et ainsi de suite indéfiniment. Peut-on se figurer, par exemple, une montre qui, tout en cheminant, produirait des morceaux de nature à devenir des montres nouvelles, de même construction que la précédente, de même forme, ayant les mêmes ornements, les mêmes lettres, sonnant les heures si la montre génératrice était à répétition, marquant les secondes si elle était à secondes, etc., reproduisant même quelquefois un défaut ou détail particulier d'une des montres antérieures. Aucune machine assurément ne donne, même à peu près, des résultats de cette nature.

Le mouvement plastique des êtres organisés est donc un mouvement dont les effets sont tout particuliers, qui agit par rénovations par phases, en suivant des formes variées et en même temps déterminées, dans chaque série d'individus.

Ceci est bien plus caractéristique de l'organisation que telle ou telle propriété chimique. On attache de l'importance quelquefois au fait qu'une membrane végétale ou animale produit tels ou tels effets sur des gaz ou des liquides, mais ce n'est pas plus singulier que les autres spécialités d'action chimique ou physique des substances inorganiques. On insiste aussi sur le fait que les chimistes ne sont pas parvenus à fabriquer une membrane. Ce n'est pas plus étonnant que l'impossibilité où ils sont encore aujourd'hui de fabriquer des diamants. Ils savent qu'un diamant est du carbone et qu'une membrane végétale est formée de telles et telles substances. Par conséquent, d'un jour à l'autre, ils peuvent arriver à fabriquer un diamant ou une membrane. Ce sont des difficultés dont la solution ne paraît ni impossible, ni improbable. Au contraire, la construction d'une machine douée du mouvement plastique des animaux et végétaux paraît complétement en dehors des moyens dont l'homme dispose. Il ne peut pas même tenter de faire quelque chose de semblable, parce qu'il ne connaît pas l'origine et le mode de transmission d'un mouvement de cette nature.

Je voudrais pourtant aborder les préliminaires de la question, et cela sans hypothèses, en partant de l'observation des faits et des principes modernes de la physique. Assurément je cours le risque d'être arrêté assez vite. Ce serait cependant quelque chose de pouvoir indiquer sur quelles bases et dans quel esprit on pourrait proposer des hypothèses, dans le but de lier les faits et d'entrevoir, jusqu'à un certain point, leurs causes.

D'après les physiciens *tout mouvement a pour cause un mouvement antérieur, qui continue d'agir de la même manière ou qui se transforme*. Cette loi, très-générale, est

basée à la fois sur le raisonnement et sur l'expérience. On peut en étudier la démonstration dans les mémoires de MM. Jules Robert Mayer, Joule et autres physiciens.

Il s'agit d'appliquer ce principe aux mouvements des êtres organisés, et en particulier au mouvement plastique, le plus distinctif de tous, dont M. J.-R. Mayer n'a pas parlé dans son ouvrage relatif à la nutrition.

Pour y parvenir, je chercherai, dans l'évolution des végétaux et des animaux, les périodes dans lesquelles on peut espérer de saisir l'origine d'un mouvement plastique, lequel doit provenir d'un autre mouvement, continué ou transformé. Les circonstances les plus favorables à l'observation doivent être celles d'une reprise de mouvement après un repos plus ou moins absolu, ou tout au moins après une absence temporaire de mouvement de formation. On doit voir alors si le mouvement plastique précède ou suit tel autre mouvement, et ce doit être le premier mouvement qui engendre le second, celui-ci le troisième, etc.

Je ne sais si le règne animal présente des faits de suspension de mouvement aussi nombreux et aussi clairs que ceux observés dans le règne végétal. Tout le monde a entendu parler d'animaux pris dans de la glace, de sangsues, par exemple, qui reprennent leurs mouvements quand la glace est fondue, mais est-on bien sûr que toute circulation intérieure et toute modification chimique cessent pendant l'état de congélation? Je n'oserais l'affirmer. Les œufs, qui sont stationnaires en apparence, subissent en réalité des modifications chimiques, c'est-à-dire des mouvements moléculaires, accompagnés d'un développement de l'embryon. Les mouvements pourraient dans ce cas avoir été transmis directement du père et de la mère

au jeune individu. Le règne végétal, heureusement, offre des cas nombreux, connus et faciles à étudier, de suspensions de tout mouvement chimique, physique ou plastique. Je veux parler des graines, des spores de cryptogames et même de beaucoup de corpuscules analogues qu'on désigne sous les noms de bulbilles, bourgeons, etc. Tous ces corps, producteurs d'organes variés, se forment, sont ensuite stationnaires, et enfin se développent de nouveau. Examinons d'un peu plus près le phénomène.

Certaines cellules contenues dans le sac embryonnaire renferment du protoplasma, augmentent et se divisent. De cette manière, il se forme un embryon, contenu dans les enveloppes plus ou moins nombreuses de la graine. Cet embryon est une petite plante qui végète. Elle offre dès cette première période un mouvement plastique, en vertu duquel, s'il s'agit d'une dicotylédone, par exemple, il se forme une petite tigelle, deux premières feuilles opposées et même fréquemment d'autres feuilles. Tout cela se passe pendant que la graine tient encore à la plante mère. Le mouvement plastique pourrait donc, dans cette période, être la continuation de celui de la plante génératrice. A un certain moment, la graine se sépare de la plante, et si elle tombe dans un milieu qui ne détermine pas la germination, elle subsiste sans changement apparent pendant plusieurs mois, plusieurs années ou même plusieurs siècles. Si, au contraire, les conditions de la germination se présentent, on voit la petite plante grandir de nouveau et suivre sa longue évolution.

Ainsi, quand la graine manque absolument de l'une des trois conditions de la germination — eau, chaleur, gaz oxygène — l'arrêt de végétation de la jeune plante est complet, et la suspension du mouvement peut se prolon-

ger beaucoup, sans que la plante cesse pour cela de pouvoir se développer de nouveau lorsque les circonstances deviennent favorables. Il suffit de tenir les graines dans un lieu sec, sous une température ordinaire, pour qu'elles se conservent bien. Stratifiées dans du sable, leur durée est encore plus grande, et sous certaines conditions, elle est, pour ainsi-dire, illimitée. Je ne parle pas ici de graines tirées des anciens tombeaux de l'Égypte et qui auraient germé, parce que la germination, et l'authenticité de ces prétendues graines antiques, n'ont jamais été suffisamment prouvées [1], mais une conservation pendant deux ou trois mille ans n'a rien en elle-même d'improbable.

Il y a des exemples d'une durée aussi longue, peut-être même plus longue, qui sont bien constatés. Lorsqu'on ouvre des tranchées dans un sol vierge, pour des travaux de chemins de fer ou autres, il lève quelquefois, en grande abondance, des graines qui étaient enfouies depuis un temps incalculable. Un fait de ce genre a été observé récemment en Suisse, dans le canton de Neuchâtel, par M. L. Favre. Deux plantes, des terrains humides, *Typha minima* et *Myricaria germanica*, qui n'existent pas aujourd'hui dans le voisinage de la localité, sont sorties en abondance d'une couche profonde de terrain glaciaire, formant une pente sèche, au bas de laquelle un petit

[1] Le seul cas dans lequel, à ma connaissance, on puisse croire à une germination de ces graines, est celui de deux grains de blé mentionnés dans le journal allemand *Flora*, 1835, page 4. Cependant l'authenticité de l'origine laisse à désirer. Les Arabes se permettent beaucoup de fraudes. Ils introduisent quelquefois des graines modernes dans de vieux cercueils de momies. Les blés dits de momie, qu'on cultive, viennent d'Égypte, mais probablement de l'Égypte moderne, du moins une origine antique n'a pas été démontrée.



ruisseau a creusé son lit depuis une longue série de siècles [1]. Les glaciers doivent avoir disparu de cette partie du Jura depuis quelques milliers d'années. Dans ces cas de stratification de graines, c'est l'oxygène de l'air qui manque pour déterminer la germination. Il se forme sans doute, au premier moment, un peu de gaz acide carbonique, à cause de l'air qui existe autour de chaque graine dans le terrain, mais ce gaz ne doit pas s'échapper facilement et sa présence autour de la graine fait obstacle à une continuation des phénomènes d'oxygénation. Les graines qui tombent au fond d'une eau tranquille se trouvent aussi privées d'oxygène. Malgré la pénétration du liquide dans leur tissu, elles ne germent pas. Elles se conservent, comme les bois des anciennes habitations lacustres, comme les vaisseaux submergés à une certaine profondeur, et si le hasard ramène ensuite de pareilles graines au contact de l'air, elles germent quelquefois, après un état stationnaire dont la durée a pu être extrêmement longue. C'est ce qui est arrivé quand on a desséché la mer d'Haarlem.

Dans une graine qui n'est pas en contact avec l'oxygène et qui n'est ni gonflée par l'humidité, ni travaillée par les dilatations et contractions du calorique, ni même atteinte par les ébranlements que pourrait peut-être déterminer la lumière, on ne voit pas quel mouvement peut exister. Les particules de la matière s'y trouvent dans un état d'équilibre stable, et l'expérience démontre que plus cet état est stable, c'est-à-dire plus le repos apparent est complet, plus la jeune plante contenue dans la graine con-

[1] Bulletin de la Société des Sciences de Neuchâtel, 1870, vol. VIII, p. 479.

serve sa faculté de germer. S'il y a quelque mouvement interne, ce ne peut être que le mouvement d'une matière invisible et impondérable — d'un éther, tel qu'on le suppose exister dans tous les corps afin d'expliquer les phénomènes lumineux et électriques. Mais, à ce point de vue même, le repos des graines en question paraît complet, car aucun phénomène de lumière, d'électricité, de chaleur ou de magnétisme ne s'aperçoit chez elles.

Que se passe-t-il pour qu'un mouvement de formation de tige, feuilles, rameaux, fleurs, fruits, etc., puisse paraître de nouveau sur la jeune plante? Il faut d'abord qu'une absorption de liquide ait lieu par les enveloppes, qui se distendent et se ramollissent, et par la surface même de l'embryon soit jeune plante — phénomène purement physique. Il faut aussi que l'oxygène de l'air détermine une sorte de combustion lente des tissus, — phénomène chimique. Enfin, la production de gaz acide carbonique et l'accès de l'eau liquide dans les cellules de la plante, conjointement avec une certaine chaleur, déterminent des courants dans le protoplasma des cellules, et en général, des mouvements dans l'intérieur de la plante. Il n'est pas encore question de lumière : toute cette première phase de la germination se passe parfaitement bien dans un lieu obscur, en particulier au-dessous de la surface du sol. On voit que *le mouvement plastique*, c'est-à-dire de formation de nouveaux tissus et de division en organes, *vient après les mouvements purement physiques et chimiques*.

En d'autres termes le mouvement plastique n'a pas lieu s'il n'a été précédé immédiatement par d'autres mouvements physiques et chimiques, de même que la chaleur causée par le choc de deux corps solides n'existe pas si auparavant l'un des corps n'était pas en mouvement et

l'autre en repos. Dans ce dernier exemple on estime avoir la preuve qu'un mouvement mécanique peut se transformer en chaleur. Donc il faut admettre aussi que des mouvements physiques et chimiques peuvent se transformer en mouvements plastiques. Pour une plante qui a été longtemps stationnaire il n'est pas possible de supposer une autre origine à ce genre de mouvement.

J'ai cité la jeune plante contenue, pendant des années ou des siècles, dans une graine, mais il y a d'autres exemples de cessation de mouvement, surtout de mouvement plastique, dans le règne végétal. Pendant l'hiver nos arbres ne forment pas de nouveaux organes. Il y a, dans leur intérieur, des transmissions et modifications de substances, sans évolution. Ici encore les mouvements physiques et chimiques de l'hiver précèdent ceux de développement, qui ont lieu quand la chaleur revient.

Chez les animaux, d'autres catégories de mouvements attirent volontiers notre attention. Il y a des mouvements mécaniques, dont l'origine, d'après les physiciens modernes [1], est bien dans les actions chimiques de la nutrition. Il y a aussi tous les phénomènes qui se rattachent plus particulièrement au système nerveux.

Si l'homme ne se fait pas une complète illusion, les phénomènes moraux et intellectuels ne seraient pas sans quelque ressemblance avec des mouvements. Notre langage ordinaire implique cette idée, car nous disons un *mouvement* de pitié, de sympathie, d'admiration, de colère — un bon, un mauvais *mouvement*, etc. Une idée nous *traverse* l'esprit, etc. Ce qui nous empêche de saisir mieux

[1] J.-R. Mayer, Mémoire sur le mouvement organique dans ses rapports avec la nutrition, publié en 1842, traduit en français en 1872.

la nature des phénomènes, c'est leur extrême rapidité. Depuis Platon jusqu'à nos jours on n'a pas inventé le moindre appareil pour les ralentir, ni le plus petit microscope pour observer des phénomènes intellectuels[1]. Nous sommes forcés de les voir aussi mal que les anciens, tandis que pour les faits dont on s'occupe dans les sciences physiques et naturelles, on a augmenté énormément l'étendue des recherches, et on les a rendues plus précises, au moyen d'appareils spéciaux.

Quoi qu'il en soit des phénomènes qui dépendent de l'existence du système nerveux des animaux, les mouvements mécaniques suivent évidemment chez eux des mouvements physiques et chimiques de nutrition, et les mouvements plastiques paraissent aussi une conséquence des mouvements physiques et chimiques, comme chez les végétaux. On ne voit pas se développer de nouveaux organes dans un animal, en particulier le système nerveux, sans un travail physique et chimique antérieur. Le mouvement plastique se montre premièrement par une extension des tissus et une formation d'organes plus ou moins apparents, ensuite par la formation de germes non fécondés ou d'ovules et spermatozoaires, qui continue après la croissance générale de l'individu. S'il y a une interruption prolongée dans les mouvements physiques et chimiques de la nutrition, le mouvement plastique en est arrêté, et les mouvements mécaniques et intellectuels également. Si quelque mouvement mécanique, plastique ou intellectuel est très-fort, l'animal commence à souffrir, à moins d'un mouvement physique et chimique de nutrition assez

[1] Je ne parle pas de la transmission par les nerfs qu'on a pu étudier, mais des phénomènes qui se passent à l'origine d'une transmission, comme un acte de volonté, de mémoire, etc.



énergique pour remplacer le mouvement perdu et au besoin le continuer. Il y a donc un enchaînement de causes et d'effets. Dans le règne végétal les mouvements physiques et chimiques ne produisent que des mouvements plastiques ; dans le règne animal ils se transforment en deux espèces de mouvements : plastique, et du système nerveux. Ce dernier est lui-même de deux sortes : mouvement dans l'intérieur du système nerveux et mouvement mécanique. La multiplicité de ces phénomènes dans le règne animal fait qu'il est plus prudent d'étudier l'origine du mouvement plastique dans le règne végétal, où l'on voit sans peine qu'il résulte de mouvements physiques et chimiques.

La transformation de ces mouvements physiques ou chimiques en mouvements ou plastiques ou du système nerveux, constitue ce que nous appelons ordinairement la *vie*. Je ne connais pas de définition de ce mot qui soit plus claire et mieux appuyée sur les faits. Du reste, c'est l'usage qui établit le sens des mots, et l'usage, dans le cas actuel, est bien réel. Par exemple, vous doutez qu'une plante soit vivante ; mais si vous voyez ses bourgeons sortir, ou des bourgeons déjà formés grossir et s'épanouir, vous dites : elle vit. C'est bien à cause d'un mouvement apparent de formation que vous vous exprimez de cette manière. Peut-être direz-vous : ce mouvement n'est que l'indice d'une cause. C'est parfaitement exact ; il n'y a pas de mouvement sans cause, et la cause d'un mouvement doit être un mouvement antérieur. Seulement il y a eu transformation des mouvements. S'il n'y avait eu que des mouvements physiques ou chimiques vous n'auriez pas employé le mot *vivre*. Ainsi, les chimistes prouvent que les bourgeons produisent du gaz acide carbonique, par

une combinaison de leur carbone avec l'oxygène de l'air. Cette modification, qui est un mouvement chimique des molécules, se verrait également avec des feuilles desséchées, des copeaux ou de la sciure de bois, mais il n'y a pas de transformation en mouvement plastique, et alors vous ne dites pas que les feuilles sèches, les copeaux, la sciure de bois, les bourgeons sont vivants. Autre exemple. Un animal vous paraît mort. Si cependant vous le voyez remuer, sans impulsion extérieure, vous dites aussitôt : il vit. Dans ce cas, c'est un mouvement mécanique qui a succédé aux mouvements chimiques, dont l'animal, en apparence mort, n'était certainement pas exempt. Il y avait chez lui des substances nutritives propres à une transformation en mouvement mécanique, et la transformation ayant eu lieu vous avez constaté la vie.

Le mot de *vitalité* s'applique à la possibilité de produire des transformations de mouvements physiques ou chimiques en d'autres mouvements, lorsque les circonstances deviennent favorables. Une graine peut conserver sa vitalité, mais pendant ce temps elle n'est pas, à proprement parler, vivante. Quelque changement pourrait survenir qui lui ôterait sa vitalité.

La *force vitale*, expression scientifique dont on a beaucoup abusé, me paraît une expression superflue. En effet, si l'on définit le mot force comme le veut l'illustre physicien, M. Jules-Robert Mayer [1] : « Tout ce qui peut être converti en mouvement, » et si l'on dit avec lui : « Aucun mouvement ne naît par lui-même, il provient d'une cause, la force, » on voit aussitôt que la cause des mouvements plastiques et mécaniques étant un mouvement physique

[1] Mémoire déjà cité ; trad. franç., page 5 ; voir aussi page 71.

ou chimique, la force dite vitale est simplement la force qui meut d'abord les particules de la matière pour les rapprocher, les éloigner ou les modifier chimiquement, et, qui ensuite se transforme. Le mot de mouvement suffit, et il a l'avantage d'être parfaitement clair.

Ces observations sur les mots ne sont qu'une digression. Je reviens à la question essentielle du mouvement.

La transformation, chez les êtres organisés, de mouvements physiques et chimiques en mouvements plastiques et autres, étant reconnue, il n'en résulte pas qu'on comprenne mieux pourquoi le mouvement plastique procède d'une certaine manière, propre à chacune des innombrables séries de formes végétales et animales appelées races, espèces, genres, familles ou classes. Lorsqu'on veut examiner les causes de ce *modus operandi,* on entre nécessairement dans le domaine des hypothèses, par la raison bien évidente qu'on ne voit pas une formation avant qu'elle ait acquis une certaine dimension, perceptible sous un bon microscope. A un certain degré de petitesse de la matière — environ $^1/_{4000}$ de millimètre [1] — l'observateur a le choix, ou de s'arrêter, ou de s'aventurer dans des théories et des hypothèses.

J'incline assez volontiers vers le premier de ces deux partis, cependant comme les faits montrent jusqu'à un certain point dans quel sens doivent se diriger les hypothèses, il n'est peut-être pas inutile d'ajouter encore quelques mots.

Si le mouvement plastique formait uniquement des cellules ajoutées à des cellules, on pourrait y voir une

[1] Un homme doué de bons yeux peut voir, à la vue simple, un organe de $^1/_4$ de millimètre de diamètre, et sous le microscope il voit, encore assez nettement, ce qui est mille fois plus petit.

simple continuation des phénomènes physiques et chimiques. Cela ressemblerait beaucoup à une cristallisation. Mais, comme je le faisais remarquer tout à l'heure, la formation revêt des formes qui parcourent une espèce de cycle, en procédant par des répétitions successives. Ainsi, des cellules venant à se développer dans la partie supérieure d'une plante, il se trouve que les formes de leurs agglomérations ne seront pas celles de la région inférieure, mais qu'elles imiteront presque complétement ce qui existait une ou plusieurs générations auparavant dans la partie correspondante du végétal. Au point de vue chimique et physique, on comprendrait que du protoplasma contenu dans une cellule A, pût amener, par extension et transmission au travers des membranes, une formation analogue à celle de A, mais il se développe des parties analogues à d'autres, très-éloignées au double point de vue du temps et de l'espace! L'étamine, par exemple, se trouve constituée extérieurement et intérieurement d'une autre manière que les feuilles, malgré certaines analogies, et l'ovule, qui se forme plus tard, ne ressemble pas non plus à la feuille, mais l'étamine et l'ovule ont une étroite ressemblance avec les organes de même nature qui avaient existé d'autres années auparavant, sur les individus de générations antérieures. Pourquoi la transformation de mouvements physiques et chimiques semblables, comme l'absorption, la diffusion des liquides, les décompositions chimiques de certains corps, en mouvements plastiques, produit-elle tantôt une forme et tantôt une autre? Véritablement, après avoir constaté l'origine de la force plastique dans l'être organisé, il faut avouer que nous ne comprenons pas du tout sa manière d'opérer.

Je voudrais cependant me poser une question: les for-

mes si variées, qui se reproduisent dans un ordre si régulier, peuvent-elles venir de la nature du mouvement lui-même, ou de la nature des corps qui le reçoivent, et le transmettent, au milieu d'obstacles plus ou moins compliqués?

Le mouvement, considéré d'une manière générale résulte d'une notion de notre esprit étroitement liée à celle de l'espace. Un homme ignorant, qui n'a aucune idée de l'existence de l'air atmosphérique, peut considérer deux points du ciel et comprendre le transport de l'un à l'autre. Il n'a pas besoin de mesurer la distance ou de voir passer un objet soutenu par l'air. La notion du mouvement est abstraite, tandis que les corps mis en mouvement sont une réalité palpable. En outre, le mouvement, considéré en lui-même, est une chose très-simple: le transport d'un point à l'autre dans l'espace. Mais la nature variée des corps nous oblige à reconnaître, en ce qui les concerne, des mouvements de diverses espèces. Ainsi nous distinguons des mouvements de translation, de rotation, de nutation, d'ondulation, etc., qui découlent des substances mises en mouvement et des corps qu'elles rencontrent.

Cela se comprend bien, si l'on emploie un genre de comparaison souvent usité dans les ouvrages de physique. On parle du jeu de billard, dans lequel une bille lancée contre une autre communique à celle-ci son mouvement. On peut suivre la comparaison et rappeler qu'un joueur produit et transmet, de bille en bille, des mouvements d'une diversité singulière. Ce joueur ne fait pourtant que donner un coup, mais il frappe un corps sphérique, tantôt sur un point tantôt sur un autre, et le corps sphérique va frapper, tantôt d'un côté, tantôt d'un autre ou des

obstacles ou un second corps sphérique. Supposez les billes d'une autre forme ou de grandeurs diverses ou ayant un côté plus pesant que l'autre ou quelque autre diversité, supposez aussi des obstacles autres que les bandes rectilignes et le drap horizontal du billard, vous aurez, pour la même impulsion donnée, des effets complétement différents. Du reste, les machines nous montrent des résultats excessivement variés produits par un mouvement semblable. Ainsi, la roue que fait tourner un homme, peut amener un nombre incalculable et illimité d'autres mouvements, selon les agencements, les obstacles et les corps mis en contact, par suite des diverses impulsions qui se succèdent.

D'après ces exemples, et en réfléchissant à ce qu'est le mouvement en théorie, il convient de chercher l'explication de la manière d'opérer du mouvement plastique dans les substances variées qui constituent l'être organisé, aussi bien que dans le mouvement lui-même.

La recherche ne serait pas très-difficile, si les corps organisés se composaient uniquement de substances visibles à nos yeux. Mais ce que nous voyons se compose d'agglomérations perceptibles à la vue simple ou avec un fort microscope, ces agglomérations en comprenant d'autres, et celles-ci d'autres encore, indéfiniment, qui sont pour nous invisibles et impondérables. Ces agglomérations diverses jouent sans doute un rôle dans la transmission et la transformation des mouvements. Peut-être les plus ténues sont-elles les plus importantes dans les actions et réactions qui s'opèrent à notre insu? C'est au milieu de ces choses inconnues, inabordables avec nos moyens d'observation, qu'il faut se hasarder quand on veut émettre des hypothèses. Elles doivent par-

tir du protoplasma, premier objet actuellement perceptible au moyen du microscope, et supposer des matières beaucoup plus ténues, que les mouvements physiques et chimiques mettraient en action pour diriger les courants de protoplasma d'une manière ou d'une autre. Les matières très-ténues circuleraient facilement au travers des liquides et des membranes, et porteraient çà et là leurs mouvements, en raison de leur nature propre et de la nature des obstacles qu'elles rencontrent.

Telle doit être la tendance générale des hypothèses, et c'est bien en partie de cette manière que d'illustres philosophes les ont entendues à diverses époques. Les hypothèses groupées par M. Darwin sous le nom de *pangenèse* sont les plus récentes, mais comme il le remarque lui-même, elles ne diffèrent pas beaucoup de celles émises autrefois par des savants ingénieux [1]. Dans cet ordre d'idées rien n'est précisément nouveau, et comme il s'agit de choses invisibles, on peut s'attendre à la même uniformité de conceptions que pour les causes également inabordables des phénomènes moléculaires, en chimie ou en physique, et des phénomènes du système nerveux, chez les animaux. On ne voit pas ce qui fait passer les courants de formation des tissus d'une manière plutôt que d'une autre, mais on ne voit pas davantage comment les parties constituantes d'un corps se combinent, comment elles passent de l'état solide à l'état liquide ou vice versâ, ni comment une volonté se détermine dans notre tête. Là où l'observation directe et l'expérience ne peuvent rien, l'imagination n'a pas autant de ressources qu'on le suppose, et d'ailleurs des créations

[1] Darwin, De la variation des animaux et des plantes, trad. franç., II, p. 399.

purement fantastiques, qui seraient complétement éloignées de la base des faits, n'ont aucune valeur dans la science.

Je disais tout à l'heure que les hypothèses connues répondent *en partie* aux bases essentielles fondées sur les faits. Leur défaut est de laisser de côté les obstacles que les mouvements de corpuscules extrêmement petits doivent nécessairement rencontrer. Il n'y a point d'appareil ou de machine où le mouvement ne soit arrêté, dévié ou transformé par des obstacles. C'est même la cause de la grande variété des effets. S'il y a dans les êtres organisés des mouvements de corpuscules impondérables — et ceci est dans toutes les hypothèses — il faut rapprocher les végétaux et les animaux des appareils d'optique et d'électricité, dans lesquels un éther supposé se meut et produit une multitude d'effets. Or, les mouvements de l'éther rencontrent des corps opaques ou transparents, s'il s'agit de lumière, et des corps conducteurs ou non conducteurs, s'il s'agit d'électricité. La nature et la disposition de ces obstacles a une immense importance, et pourtant il suffit d'une légère différence physique ou chimique pour qu'un corps soit transparent ou opaque, conducteur ou non conducteur d'électricité. Les gemmules supposées, dans la pangénèse de M. Darwin, devaient être considérées comme rencontrant des obstacles, tantôt dans un liquide et tantôt dans un solide, au travers de chaque forme des êtres organisés. Malgré la perméabilité des corps, cela doit exister. Que les obstacles soient plus petits que nous ne pouvons les voir, ou qu'ils soient simplement le protoplasma et les membranes subséquentes, il faut en admettre, et par conséquent il faudrait, dans une bonne hypothèse, supposer tel ou tel genre d'obstacles. Sans la double base du mouve-

ment et des obstacles, les hypothèses, quelque spécieuses qu'elles soient, sont improbables. Un jour on en tiendra compte, mais le moment de se passionner sur ce genre d'hypothèses n'est pas encore venu. Il viendra.

En effet, il y a des époques où les hypothèses sur l'évolution des êtres organisés doivent reprendre avec ardeur. C'est lorsqu'on a épuisé, jusqu'à un certain degré, l'étude des phénomènes visibles et palpables, avec les moyens dont on dispose.

Nous approchons d'une de ces époques, tandis que nos prédécesseurs, il y a trente ou quarante ans, en étaient extrêmement éloignés. Deux circonstances avaient dû les rendre essentiellement positifs. Après les grandes guerres du commencement du siècle, les voyages nombreux et lointains de naturalistes habiles augmentèrent subitement les collections. Il fallut nécessairement décrire, nommer, classer une infinité d'animaux et de végétaux, qui arrivaient de toutes les parties de la terre. La science fut comme submergée, et rien qu'à étudier les formes les plus apparentes il y eut de quoi fatiguer toute une génération. Elle avançait dans ce travail, quand on inventa de meilleurs microscopes et des moyens perfectionnés de s'en servir. Le champ des objets à étudier fut agrandi dans ce sens, comme dans l'autre, et devint l'occupation favorite d'une moitié à peu près des naturalistes. Depuis cinquante ans les travaux de description de formes externes et internes s'accumulent, mais on ne découvre plus guère de nouvelles faunes ou de nouvelles flores, et les perfectionnements dans les moyens d'observation microscopique deviennent plus difficiles. On connaîtra bientôt la totalité des formes et leur évolution jusqu'au grossissement de

douze cents fois, mieux qu'on ne connaissait dans le siècle dernier un nombre beaucoup plus limité de formes et de développements organiques. Alors, les naturalistes se sentiront à la fois plus libres et plus éclairés sur les faits. La conséquence en sera qu'ils voudront de nouveau s'élancer hors de l'espace dans lequel nous sommes enfermés. Connaissant mieux les phénomènes visibles et palpables, ils penseront davantage aux autres. Plus ils auront appris, mieux ils comprendront qu'une immensité d'autres phénomènes est au delà. Dans cet inconnu insaisissable, qui les entoure, ils ne pourront ordinairement que hasarder des hypothèses, et ils le feront jusqu'à ce qu'ils en soient rassasiés ou que des procédés nouveaux d'observation leur aient donné quelque nouvelle tâche positive à remplir.

NOTE

SUR LA

GÉOLOGIE DES RALLIGSTÖCKE

(AU BORD DU LAC DE THOUNE)

PAR

ERNEST FAVRE

(Planche II)

M. le professeur Studer [1] s'est occupé à diverses époques de la géologie des Ralligstöcke. En 1850, M. Rutimeyer [2] a décrit d'une manière détaillée la structure bizarre et compliquée de ces montagnes. Depuis lors, elles ont été visitées par un grand nombre de géologues. Les recherches d'un habile collecteur de fossiles, G. Tschan, ont fait connaître plusieurs horizons géologiques et paléontologiques nouveaux. La plupart des matériaux recueillis par lui ont été acquis par le musée de Berne et sont devenus le sujet de divers travaux de MM. Ooster et de Fischer-Ooster [3].

J'ai visité à diverses reprises les Ralligstöcke, sous la conduite de Tschan. La coupe géologique que j'ai obtenue m'a amené à des conclusions qui diffèrent sur quel-

[1] Mollasse, 1825.— Westl. Schweiz. Alp. 1834.—Geol. d. Schweiz, 1851. — Archives (Bibl. Univ.), 1862. — Mitth. Bern aus 1871. — Archives, 1872, t. XLIV, pl. I.

[2] Nouv. Mém. de la Société helv., 1850, t. XI,— Extrait, Archives, 1848, t. IX, 177.

[3] Protozoe helv. II. — Mitth. Bern aus 1871.

ques points de celles qui ont été exprimées précédemment ; je les exposerai dans les pages suivantes. Cette étude est essentiellement stratigraphique. Les faunes riches et variées de cette région, qui sont très-bien représentées au musée de Berne, pourraient donner lieu à une série de monographies locales d'un haut intérêt; leur étude a, du reste, été déjà partiellement entreprise par M. Ooster.

Il y a en Suisse peu de régions aussi compliquées au point de vue géologique que les bords du lac de Thoune. L'extrémité orientale de ce lac est occupée par la chaîne du Morgenberghorn qui présente en position renversée le flysch, le terrain nummulitique, la craie, le gault, l'aptien, l'urgonien et le néocomien; cette chaîne se prolonge sur la rive nord du lac par la montagne du Harder qui a la même structure et qui limite à l'est la vallée d'Habkern. C'est à cette extrémité seule qu'on peut reconnaître de l'analogie dans la constitution géologique des deux rives du lac. On trouve à l'ouest du Morgenberghorn le flysch, puis les couches rhétiennes et le gypse des environs de Spiez, dominés par le Niesen, indiqué jusqu'ici comme appartenant au flysch; plus à l'ouest encore, le massif du Stockhorn, formé de terrains très-contournés, commence par les montagnes de la Simmenfluh et de la Burgfluh qui dominent le pont de Wimmis, et dont les gisements fossilifères ont acquis depuis quelques années une certaine célébrité.

A l'ouest du Harder, la rive droite du lac est bordée par les montagnes du Beatenberg et des Ralligstöcke auxquelles succèdent les collines miocènes des environs de Sigriswyl. Ces montagnes forment l'extrémité sud d'une double chaîne dont la plus orientale, s'étendant au N.-E.,

aboutit au mont Pilate au bord du lac de Lucerne, tandis que la plus occidentale, celle des Ralligstöcke, se termine sur la rive gauche de l'Emme à Schöriz. Ces deux chaînes se composent principalement de terrains crétacés et éocènes, limités à l'ouest par les terrains miocènes de la plaine suisse, et soumis à de grands et singuliers contournements dont M. Kaufmann a donné de beaux exemples dans sa description géologique du Pilate.

Les terrains qui constituent ces chaînes s'abaissent rapidement au sud sur le bord du lac de Thoune. C'est ainsi que le grès nummulitique qui forme le sommet du Niederhorn plonge avec une inclinaison très-grande sous les eaux du lac à la Nase et au Nasthal [1] en recouvrant les calcaires urgoniens et néocomiens qui sont aussi inclinés que lui (Fig. 3). Les deux rives du lac ne se correspondent donc pas, et, suivant la remarque déjà faite par M. Studer, la dépression qu'il occupe aujourd'hui est formée par une fracture perpendiculaire à la chaîne des Alpes. La disposition singulière des terrains dans les Ralligstöcke est due aux bouleversements qui ont accompagné cette fracture, combinés avec ceux qu'on observe le long de la limite septentrionale des Alpes.

La montagne des Ralligstöcke est constituée par des terrains qui plongent synclinalement vers l'intérieur de la chaîne. En la gravissant depuis le Bodmi, on traverse les formations suivantes (Fig. 2) :

c, Cargneule et marne rouge associées à du gypse qui était exploité, il y a quelques années, mais qui n'est plus

[1] La carte géologique jointe au mémoire de M. Rutimeyer n'indique dans ces localités que le terrain néocomien.

visible maintenant; ces roches se trouvent dans un ravin et l'on ne peut voir le plongement des couches.

Elles sont dominées par un monticule formé de roches liasiques et rhétiennes (*l*); à la base on trouve des calcaires gris noir, un peu schisteux du lias inférieur, renfermant :

Ammonites oxynotus Quenst.	Ammonites geometricus Opp.
raricostatus Ziet.	Conybeari Sow.
resurgens Dum.	Pecten textorius Hehl.
globosus Ziet.	Hehlii d'Orb.

Ces couches sont surmontées de calcaire rhétien, roche cristalline, foncée, dure, contenant :

Astarte psilonoti Quenst.	Plicatula intusstriata Emmr.
Avicula contorta ? Portl.	Pecten Valoniensis Defr.
Placunopsis Schafhaütli Rnv.	Terebratula grossulus Suess.
Mortilleti Stopp.	Grestenensis Suess.

et d'un calcaire cristallin gris clair avec des fossiles du lias moyen :

Belemnites elongatus Dum.	Gresslya striata Dum.
Spiriferina rostrata Dav.	Mytilus numismalis Opp.
verrucosa Opp.	Avicula cygnipes Phill.
Rhynchonella tetraedra Dum.	Lima Juliana Dum.
Terebratula numismalis Quenst.	Pecten Humberti Dum. [1]

Ces couches se prolongent le long du flanc de la montagne dans la même position à l'Obere Matte, l'Oberzettenalp et l'Unterzettenalp. Au-dessus d'elles se trouve un petit pâturage de 50 pas de long, dans lequel on ne distingue aucune roche en place. Puis vient la série suivante de terrains :

[1] Ces déterminations de fossiles et les suivantes sont tirées d'un travail de M. de Fischer-Ooster. Mitth. Bern aus 1870, p. 198 et suiv.

T, Grès de Taviglianaz, gris verdâtre, à grains moyens, moucheté comme cette roche l'est si fréquemment.

Sch, Schistes calcaires, marneux, sableux, compactes, assez puissants que je désigne, pour abréger, sous le nom de schistes de Merligen. Ils forment le prolongement des couches qui se trouvent près de ce village et dont M. Ooster a décrit une faune qu'il rapporte à l'époque crétacée.

N, Terrain néocomien.

1° Calcaire de couleur foncée, dur, en bancs minces.

2° Calcaires marneux, contenant:

Belemnites pistilliformis Blainv.
Ammonites cassida d'Orb.
Cornuelianus d'Orb.
Ammonites subfimbriatus d'Orb.
Ptychoceras Morloti Oost.

Ces couches renferment, sur leur prolongement du côté de l'Oberzettenalp, les mêmes fossiles plus les espèces suivantes:

Belemnites semicanaliculatus Bl.
dilatatus Bl.
bipartitus d'Orb.
conicus d'Orb.
Nautilus neocomiensis d'Orb.
Ammonites Grasianus d'Orb.
clypeiformis d'Orb.
Ammonites Astierianus d'Orb.
cf. difficilis d'Orb.
Baculites neocomiensis d'Orb.
Ancyloceras Emerici d'Orb.
Crioceras Duvalii d'Orb.
Villersianum Ast.
Aptychus Didaei Coq.

3° Calcaire semblable au n° 1, dur, contenant l'*Echinospatagus cordiformis* (*Toxaster complanatus*).

u, Calcaire urgonien, dur, en bancs puissants, blanc à l'extérieur, d'un gris foncé dans les cassures fraîches.

N, Calcaire semblable au n° 1.

u, Calcaire urgonien.

nu, Terrain nummulitique formé de grès et de calcaires. Les grès sont puissants, durs; ils sont connus sous

le nom de grès-quartzeux (*quarzsandstein*), ou de grès du Hohgant. Les calcaires sont tantôt compactes, tantôt marneux, sableux et schisteux. Certaines couches sont très-fossilifères (*Numm. complanata, Ramondi; Orbit. Fortisii, papyracea, radians, stellata,* etc.); la Bergliskehle, petite vallée longitudinale qui se trouve près du sommet de la montagne, renferme une couche pétrie de coquilles. Les gastéropodes (*Neritina Fischeri*, Brunn., *Cerithium ligatum*, Brunn., etc.), les bivalves, les foraminifères y sont très-nombreux. Les fossiles du terrain nummulitique des Ralligstöcke ont été décrits en partie par M. Brunner, puis par M. Rutimeyer; M. Studer en a aussi donné une liste (Geol. der Schweiz, II, 102).

R, La partie supérieure des couches nummulitiques est formée par un calcaire compacte qui est susceptible d'un très-beau poli; il est rempli d'orbitolites, on le nomme marbre de Ralligen.

sch, Schistes de Merligen renfermant un grand nombre de petits fossiles, dentales, foraminifères, etc.; ils occupent en ce point la surface de la montagne.

La coupe du versant est des Ralligstöcke n'est pas symétrique à la précédente; on n'y trouve pas l'alternance des calcaires néocomien et urgonien que j'ai signalée du côté occidental. En revanche, elle correspond parfaitement à la coupe de la chaîne du Beatenberg, dont les couches plongent à l'est et dont elle est séparée par le Justithal. Cette vallée est donc formée par la rupture d'une voûte, rupture qui a mis à découvert des marnes néocomiennes à fossiles pyriteux, qui n'apparaissent pas du côté occidental. M. C. Mayer[1] a donné la coupe suivante du terrain crétacé inférieur du Justithal:

[1] Tabl. synchr. des couches crét. de la zone N. des Alpes, 1867.

1° Marnes calcaires schisteuses grises et noires très-puissantes (*Nm* de la coupe), à petits fossiles pyriteux :

Belemnites bipartitus.
    pistilliformis.
    Orbignyi.
Ammonites asperrimus.
    Grasianus.
Ammonites neocomiensis.
    strangulatus.
Crioceras Puzosianus.
Baculites neocomiensis.
Aptychus Mortilleti.

2° Calcaire noirâtre siliceux sans fossiles (désigné dans la coupe par *N* ainsi que les couches suivantes).

3° Couche chloriteuse, dure, peu épaisse (30 cent.) avec

Belemnites binervius.
    pistilliformis.
    minaret.
Ammonites Grasianus.
Ammonites neocomiensis.
    cryptoceras.
    Astierianus.
Terebratula diphyoides.

4° Marnes schisteuses, grises, tendres, avec

Belemnites pistilliformis.
    dilatatus.
    semicanaliculatus.
Ammonites cultratus.
    Grasianus.
Ammonites Astierianus.
    Leopoldinus.
    neocomiensis.
Aptychus Didayi.
    Seranonis.

5° Calcaire noirâtre, siliceux, dur, en bancs minces, pauvre en fossiles, avec l'*Echinospatagus cordiformis.*

Le calcaire n° 5 ressemble beaucoup au calcaire n° 2. Au-dessus se trouvent les couches suivantes:

u, Calcaire urgonien.

nu, Grès et calcaire nummulitiques avec le marbre de Ralligen (*R*) à leur partie supérieure.

sch, Schistes de Merligen.

La structure interne des Ralligstöcke est bien différente de celle que fait supposer la coupe que je viens de décrire. Elle nous est dévoilée dans les escarpements qui

font face au lac de Thoune (fig. 1), mais dans lesquels la végétation et les éboulements rendent l'observation très-difficile.

On voit à Merligen même, au bord du lac, un rocher en place de grès de Taviglianaz; c'est un grès dur, verdâtre, moucheté, exactement semblable au grès du Bodmi et au grès de Taviglianaz typique qu'on trouve dans les Alpes de la Suisse et de la Savoie au-dessus du grès nummulitique; cette même roche forme le sol des vergers qui dominent une partie du village ; on la retrouve en un point un peu plus loin, puis dans l'Opetengraben au-dessus de sa jonction avec le Tanzbodengraben; elle forme une masse considérable entre ce dernier ravin et le Stillenbach, ainsi qu'à la Dallefluh où elle contient beaucoup de laumonite. Les couches en sont froissées et contournées; Tschan y a recueilli, au Stillenbach et à la Dallefluh, un certain nombre de restes mal conservés de mollusques et de plantes. Comme ce grès ne se trouve nulle part au-dessus ou au-dessous de la ligne indiquée, il est évident qu'il forme une bande continue que d'ailleurs la végétation et les éboulis empêchent seuls d'observer.

J'en dis autant des schistes qui recouvrent le grès de Taviglianaz. Je les ai vus au-dessus de Merligen, entre ce village et l'Opetengraben et dans ce ravin même où ils ont une grande épaisseur; ils se trouvent partout de là au Stillenbach au-dessus du grès de Taviglianaz; ils disparaissent en ce point sous les éboulis, mais reparaissent à la Dallefluh. Ces schistes que j'ai nommés plus haut schistes de Merligen, sont formés de couches calcaréo-marneuses et sableuses; ils ont beaucoup d'analogie avec certaines couches du flysch, comme l'ont remarqué M. Studer, M. Ooster et plus anciennement M. Rutimeyer, qui

les attribuait à la même formation que le grès de Taviglianaz. Ils renferment un très-grand nombre de petits organismes, que M. Ooster (Prot. helv. 1870, II) a fait connaître et qu'il rapporte à la série crétacée supérieure.

J'ai pu constater avec une parfaite certitude que ces schistes ne sont pas intercalés entre le calcaire urgonien et le grès nummulitique, comme l'indique la coupe de M. Studer, et comme l'a dit M. Ooster. Ces deux roches dont les têtes de couches reposent presque perpendiculairement sur les schistes, ainsi que je l'ai figuré, sont en contact immédiat. J'ai vu, en outre, dans l'Opetengraben, au point *R*, une couche éocène de marbre de Ralligen intercalée au milieu d'eux. Le grès de Taviglianaz et le schiste sont évidemment la continuation des roches du Bodmi; au-dessous d'eux, on voit, près du Rothbuhl, une masse de gypse tout à fait isolée et dont on ne peut saisir les relations stratigraphiques avec d'autres couches; elle appartient, peut-être, au même horizon que la cargneule du Bodmi.

Les roches qui surmontent le schiste de Merligen offrent une disposition très-particulière dont on ne se doutait nullement dans la coupe prise au-dessus du Bodmi, mais qui ressort ici avec toute évidence. Les formations néocomienne, urgonienne, nummulitique, viennent toutes butter presque perpendiculairement contre les schistes. J'ai examiné successivement les divers contacts et partout je suis arrivé au même résultat. La succession des couches est la même qu'à la coupe du Bodmi, il est donc inutile de les énumérer de nouveau. On trouve également, ici à la partie supérieure de la montagne, au dessus des grès nummulitiques, le marbre de Ralligen recouvert en concordance par les schistes de Merligen

dont la nature pétrographique et les débris fossiles sont identiques à ceux de l'Opetengraben. Ces schistes non plus que le marbre de Ralligen ne se voient sur le chemin qui mène de Sigriswyl au Justithal; la formation la plus récente qu'on y rencontre est celle du grès nummulitique en couches presque verticales, renfermant des couches calcaires accompagnées d'une veine de charbon, comme au Niederhorn; on trouve là aussi des fossiles identiques à ceux de la Bergliskehle dont ces couches forment la continuation.

Au-dessous du gypse du Rothbuhl et un peu plus à l'ouest se trouve une bande de calcaire en couches presque verticales; la nature de la roche fait supposer qu'elle doit appartenir au terrain jurassique, mais elle ne contient pas de fossiles et elle n'est en contact avec aucune autre roche qui puisse donner quelque indication sur son âge; M. Studer l'avait rapportée au calcaire de Châtel.

A ce calcaire succède plus à l'ouest, et sans que le contact soit visible, une formation tertiaire, le grès de Ralligen, qui plonge vers le S.-E. en couches très-redressées. Cette roche est formée d'un grès dur, gris-verdâtre, à gros grains, auquel se mêlent des grains de quartz de diverses couleurs, de feldspath rouge et des grains verts; elle passe à un grès plus tendre alternant avec des couches marneuses qui renferment des coquilles et des restes de plantes; on le voit dans l'Eigengraben le long du chemin qui conduit de Merligen à Sigriswyl; son apparence est tout à fait celle de la mollasse. Les couches deviennent peu à peu plus marneuses, passent à des marnes feuilletées auxquelles succède un banc de grès et de conglomérat; cette formation s'appuie presque verticalement contre les couches horizontales de

la nagelfluh (*nag*). Les grès renferment de nombreux restes de plantes qui ont été décrites par M. Heer (Flor. tert. Helv.). Ce savant paléontologiste y a reconnu 32 espèces parmi lesquelles:

Zizyphus Ungeri.
Podocarpus eocenica.
Dryandra Schrankii.
Quercus furcinervis.
Cinnamomum lanceolatum.

Les mollusques qui y ont été recueillis, ont été déterminés par M. C. Mayer, ce sont:

Lutraria sanna? Bast.
Cyrena convexa Brongn.
Cardium helveticum May.
Dreissena Basteroti Desh.
Melanopsis acuminata Sandb.
cf. olivula, Grat. etc.

M. Heer a fait de ces grès une subdivision inférieure de l'aquitanien. Des dépôts de même âge se trouvent en divers points du versant Nord des Alpes suisses. Ils appartiennent au même horizon que les grès du Val d'Illiez qui ont intrigué pendant longtemps les géologues et dans lesquels M. A. Favre (Recherches géol. II, 132; III, 507) a trouvé le *Zizyphus Ungeri* et le *Podocarpus eocenica.* Ralligen est le seul point, comme l'a remarqué depuis longtemps M. Studer, où l'on trouve une discordance entre les couches inférieures de la mollasse et la nagelfluh.

Cette dernière roche, qui se termine au bord du lac par un escarpement considérable se trouve là en couches horizontales; mais cette disposition est tout à fait locale et plus au Nord on la voit plonger au S.-E. sous le grès de Ralligen. Sa structure et les éléments qui la composent, dont un grand nombre paraissent étrangers aux Alpes, ont été décrits par M. Studer et M. Rutimeyer.

Grès de Taviglianaz. MM. Ooster et de Fischer-Ooster ont exprimé dernièrement l'opinion que le grès de Tavi-

glianaz des environs de Merligen est une formation d'époque rhétienne.

Les restes organiques trouvés dans cette roche au Stillenbach et à la Dallefluh ont été examinés par M. Ooster. Ce savant paléontologiste a reconnu que c'est avec des fossiles de cette époque qu'ils ont le plus de rapport. Cependant il n'a pu donner aucune détermination précise des restes de coquilles et il a dû se contenter de signaler des analogies. Les plantes recueillies dans le grès ne l'ont pas conduit à un résultat beaucoup plus certain. M. Ooster a cru devoir, cependant, rapporter quelques-uns des échantillons à l'*Equisetites Munsteri*, Sternb., de l'étage rhétien. M. Heer est d'un avis différent comme le montrent les lignes suivantes, que j'extrais d'une lettre qu'il a bien voulu m'adresser :

« Les plantes fossiles du grès de Taviglianaz de la Dallefluh sont si brisées qu'on ne peut tirer de leur inspection aucune conclusion positive. On y trouve de petits rameaux d'un conifère qui rappelle le *Sequoia Sternbergi* abondant à Sötzka; cependant cette détermination n'est pas certaine. Les fragments les plus communs et les mieux conservés, sont ceux d'un *Equisetum*. M. Ooster les rapporte à l'*Equisetites Munsteri*, Sternb., et les compare aux figures données par M. Schenk [1]. Je crois pouvoir dire avec certitude que l'*Equisetum* de la Dallefluh ne peut appartenir à cette espèce....... Les échantillons ne sont pas assez bien conservés pour pouvoir en donner une détermination certaine ; on peut, cependant, reconnaître qu'ils n'appartiennent pas à une espèce rhétienne. »

[1] Schenk, Fossile Flora der Grenzschichten des Keupers und Lias Frankens, 1867, pl. II, fig. 3-9, pl. III.



L'intercalation du grès de Taviglianaz entre les couches liasiques ou rhétiennes et néocomiennes ne peut apporter aucun élément nouveau dans la détermination de l'âge de ce grès, puisqu'il est, malgré les apparences contraires, en discordance complète avec les deux formations, ainsi que le montre la coupe de la Dallefluh. La seule roche avec laquelle il soit en concordance de stratification, est le schiste de Merligen qui n'est, dans tous les cas, pas plus ancien que le terrain crétacé supérieur, et l'on ne peut guère supposer l'union aussi intime du terrain rhétien et d'un terrain si récent au milieu de bouleversements qui ont affecté tous les terrains intermédiaires.

De plus cette roche a ici exactement le même caractère que dans un grand nombre de localités des Alpes où elle repose sur le terrain nummulitique et où son âge n'a jamais été contesté; elle a la même apparence de grès moucheté et la même couleur; elle renferme également des cristaux de laumonite. Il n'y a donc pour le moment aucun motif de classer dans une autre formation que le terrain éocène le grès de Taviglianaz des environs de Merligen.

Schistes de Merligen. A l'est des Ralligstöcke, dans les derniers contreforts de la chaîne du Beatenberg entre le Suldbach et le Kublisbad, on voit sur le calcaire urgonien une mince couche de grès vert semblable au grès fossilifère du gault qui se trouve sur la rive gauche du lac dans le Morgenberghorn; ce grès est surmonté d'un calcaire peu puissant, identique au calcaire de Seewen et dans lequel M. Bachmann a recueilli l'*Ananchytes ovata;* au-dessus se trouve le grès nummulitique.

Dans les Ralligstöcke le calcaire urgonien et le grès

nummulitique sont au contraire en contact immédiat; le schiste de Merligen ne se trouve nulle part entre eux; il forme au milieu de la montagne une bande parallèle à celle du grès de Taviglianaz contre laquelle viennent butter presque perpendiculairement les formations crétacées et éocènes; il renferme dans l'Opetengraben une couche de marbre de Ralligen et repose au sommet de la montagne sur cette formation dont l'âge éocène ne peut être contesté. Dans la chaîne du Niederhorn une roche semblable contenant aussi un grand nombre de petits organismes alterne avec une roche identique au marbre de Ralligen remplie d'orbitolites; ces roches reposent sur le grès nummulitique et plongent sous le flysch de la vallée d'Habkern. En déterminant donc par la stratigraphie seule, l'âge de ce terrain et remarquant l'extrême analogie de sa roche avec celle du flysch, je n'aurais pas hésité à le classer dans la formation éocène, si des recherches faites dernièrement par M. Ooster n'avaient amené ce paléontologiste distingué à attribuer ce terrain à la craie et même à un horizon de cette formation inconnu jusqu'à présent dans nos Alpes, le *Plæner*. Après la publication du travail de M. Ooster, je suis retourné visiter ces localités et l'union intime de ces schistes avec les couches supérieures aux grès nummulitiques m'a paru si nette qu'en classant dans la série crétacée les couches en question, la coupe géologique deviendrait complétement inexplicable [1].

[1] Les échantillons qu'on trouve dans ce terrain sont généralement petits et d'une mauvaise conservation; aussi un grand nombre des déterminations de M. Ooster sont-elles forcément très-dubitatives et n'indiquent même souvent qu'une analogie; il n'y a parmi ces fos-

Gypse et cargneule. Il est très-possible que la cargneule du Bodmi et le gypse du Rothbuhl appartiennent à la formation éocène et non au terrain triasique supérieur dont on regarde en général ces roches comme caractéristiques. Ce ne serait pas la première fois qu'on les signalerait en Suisse dans le terrain éocène. J'ai indiqué, il y a plusieurs années (*Archives,* 1865, tome XXII), un gisement considérable de gypse aux environs d'Yberg (canton de Schwytz) où il est compris entre le terrain nummulitique et le flysch. M. Gilliéron (*Archives,* 1872, XLV, 21) a reconnu dans les montagnes du Simmenthal un horizon de cargneule inférieur au flysch. J'ai observé cette roche sur le versant nord du Rocher du Midi dans la vallée de la Sarine, ainsi qu'au Rubly, intercalée entre le flysch et le terrain jurassique supérieur; je l'ai observée dans la même position aux bains de Wyssenburg où M. Brunner l'a déjà signalée. Il est évident que cette cargneule n'est pas triasique, mais qu'étant comprise, dans des localités très-diverses, entre les deux formations que je viens d'indiquer, elle doit appartenir à l'une d'entre elles.

J'ai trouvé en plusieurs points des Alpes vaudoises, au sud de Gessenay, dans la vallée de l'Étivaz et sur le versant occidental de la chaîne des Gastlosen, soit de la cargneule soit du gypse intercalés au milieu du flysch, sans qu'il soit possible d'expliquer leur présence par des failles ou des contournements. On peut donc regarder comme certaine *la présence dans les Alpes suisses de couches de*

siles, qui proviennent, soit de l'Opetengraben, soit de blocs tombés du sommet des Ralligstöcke, ni ammonites ni bélemnites ; j'y ai trouvé quelques orbitolites.

cargneule et de gypse dans le terrain éocène; ces roches se trouvent à la base du flysch ou intercalées dans cette formation; elles y forment des dépôts plus ou moins étendus. Ce fait n'a du reste rien d'extraordinaire. Des gisements de gypse souvent associés avec du sel, ont été signalés depuis longtemps dans le terrain éocène, et particulièrement dans le bassin méditerranéen, en Espagne, dans les Carpathes, l'Asie Mineure, l'Arménie, la Perse, etc. M. Tietze[1] vient d'en signaler un nouvel exemple dans la Croatie ; de sorte que la présence de ces roches dans cette formation peut paraître plutôt une règle qu'une exception.

L'absence de fossiles dans le gypse et la cargneule, l'analogie de ces terrains avec les dépôts triasiques des Alpes occidentales dans lesquels on ne trouve pas de restes organiques, peuvent, dans certains cas où la disposition des couches ne fournit pas de données positives, créer des difficultés pour leur classification. Tel est le cas pour les gisements dont je m'occupe ici. La cargneule du Bodmi est, il est vrai, voisine des couches rhétiques, mais elle en est séparée par les calcaires fossilifères du lias inférieur. Le gypse du Rothbuhl se trouve entre le grès de Taviglianaz d'un côté et le calcaire jurassique de l'autre, sans que les contacts de ces diverses roches soient visibles. Je ferai remarquer cependant qu'en classant ces roches dans le terrain éocène cela simplifierait l'explication de la coupe des Ralligstöcke.

On sait quelle est la complication des dispositions stratigraphiques des terrains à la limite des Alpes et de la plaine ; la montagne des Voirons, celle du Niremont, le

[1] Jahrb. g. Reichsanst., 1872, t. XXII, 270.

Pilate présentent des contournements extraordinaires ; dans cette dernière montagne, une même formation ne revient pas moins de huit fois sur elle-même [1], formant ainsi quatre boucles successives déjetées et superposées les unes aux autres. Ces bouleversements, résultant d'une pression latérale considérable, sont compliqués, au bord du lac de Thoune, de la fracture qui a eu lieu sur la ligne indiquée par le bassin même du lac, perpendiculairement aux Alpes.

On peut supposer que cette pression latérale si violente a déterminé une voûte inférieure du terrain éocène (comme l'indique la ligne pointée, fig. 2) ou une fracture dans ce terrain, dans laquelle auraient apparu, près de Ralligen, le calcaire jurassique et, au Bodmi, le lias et le terrain rhétien de même que, dans la chaîne du Stockhorn, on voit apparaître au milieu du flysch divers horizons des terrains jurassiques, sans que les formations intermédiaires, très-développées à une petite distance, soient visibles en ce point [2]. Que cela provienne de fractures, de contournements, de glissements ou de la combinaison de ces actions, le fait n'en existe pas moins et peut aussi bien s'être passé au nord qu'au sud du lac de Thoune. Les couches miocènes du grès de Ralligen également soulevées feraient aussi partie de ce système de voûtes

[1] Kaufmann, Der Pilatus, pl. I, fig. 6.

[2] Des faits analogues sont fréquents dans les Alpes et dans le Jura; ils peuvent s'expliquer par la combinaison de voûtes avec des glissements qui font disparaître une partie des formations et laissent à la surface du sol en stratification en apparence concordante des terrains d'âge très-différent (fig. 4). M. Desor cite un exemple de ce fait dans le tunnel des Loges et dans le terrain crétacé du Val-de-Travers (*Archives*, 1872, t. XLV, 24).

et de failles. La partie supérieure des Ralligstöcke composée de terrains crétacés et éocènes, soumise à la même pression qui a formé les contournements gigantesques du Pilate, aurait été rejetée, comme dans cette montagne, sur les formations précédentes; mais au lieu de former des plis réguliers, ces terrains se seraient brisés et les têtes de couches venant butter contre les schistes de Merligen auraient produit cette singulière structure dont je ne connais pas d'autre exemple.

M. Studer (*Archives*, 1862, XV) a proposé, il y a plusieurs années déjà, deux explications de la structure des Ralligstöcke. L'une est analogue à celle que je viens de donner. On peut considérer, dit-il, la partie inférieure de la montagne comme formant « un système de couches en C dont le pli serait tourné au nord » et dans le centre duquel se verrait le calcaire oxfordien. Cette chaîne présenterait ainsi une structure analogue à celle du Gurnigel. D'après l'autre théorie, les Ralligstöcke seraient la continuation de la chaîne de la Dent-du-Midi et des Diablerets qui, par suite de la disparition, au nord du lac de Thoune, de toutes les formations qui s'étendent au sud de ce lac entre cette chaîne et la plaine suisse, se trouverait en contact immédiat avec le terrain de la mollasse. Cette dernière hypothèse toutefois ne rendrait pas compte de la présence des calcaires jurassique, liasique rhétien entre cette chaîne et la plaine.

Il me semble plus naturel de chercher la vérité à la fois dans les deux explications et de supposer que les formations qui constituent la chaîne des Diablerets et qui présentent des faciès inconnus aux chaînes voisines de la plaine au sud du lac de Thoune (calcaire à spatangues, ur-

gonien, terrain nummulitique, grès de Taviglianaz), ont été soumises, en arrivant à la limite des Alpes et de la plaine au nord de ce lac, au même système de contournements qui a été observé dans le Gurnigel, le Niremont, etc.

Les recherches dans ces montagnes étant singulièrement gênées par la végétation et par les éboulements qui ont enlevé aux regards une grande partie des formations, c'est avec la plus grande réserve que je propose cette explication.

SUR LA ROTATION
SOUS
L'INFLUENCE MAGNÉTIQUE DE LA DÉCHARGE ÉLECTRIQUE
DANS LES GAZ RARÉFIÉS
ET SUR
L'ACTION MÉCANIQUE QUE PEUT EXERCER CETTE DÉCHARGE DANS SON MOUVEMENT DE ROTATION

PAR

MM. AUGUSTE DE LA RIVE & ÉDOUARD SARASIN

Communiqué à la Société de physique et d'Histoire naturelle de Genève dans sa séance du 18 avril 1872.

Dans un travail antérieur[1], nous avons repris et complété les recherches de l'un de nous (M. A. de la Rive), sur l'influence que le magnétisme excerce sur la décharge électrique dans les gaz raréfiés.

Nous avons étudié dans ce premier travail l'influence du magnétisme sur la densité du gaz raréfié traversé par la décharge, l'action du magnétisme sur la conductibilité de ce gaz, soit quand la décharge a lieu perpendiculairement à l'axe de l'aimant, soit quand elle a lieu suivant cet axe, enfin, l'action du magnétisme sur le jet électrique dans le cas où ce jet éprouve un mouvement de rotation autour du pôle de l'électro-aimant. Le but des recherches que nous avons entreprises récemment est l'étude plus approfondie de ce dernier cas, savoir celle des circon-

[1] *Archives des Sciences phys. et natur.*, nouvelle période, 1871, tome XLI, p. 5.

[2] *Archives*, nouvelle période, 1866, tome XXVII, p. 289.

stances qui influent sur la rotation du jet, et l'action que cette rotation peut exercer sur l'intensité même de la décharge quand elle traverse le gaz raréfié.

La rotation de la décharge électrique sous l'action de l'aimant a été observée pour la première fois en 1848, par M. de la Rive[1], qui opérait alors avec la décharge de la machine d'Armstrong, et qui donna cette expérience comme une preuve à l'appui de sa théorie électrique de l'aurore boréale. Il reprit ce sujet dans les recherches que nous avons rappelées plus haut, et reconnut les différentes formes qu'affecte le phénomène suivant qu'il s'accomplit dans un gaz sec, ou dans un gaz saturé de vapeur d'eau, d'alcool ou d'éther. Le sujet, malgré cela, n'était guère qu'ébauché comme il le dit lui-même à la fin de son mémoire. C'est pour cela que nous avons désiré en faire l'objet d'une étude spéciale.

Nous avons cherché à déterminer comment la vitesse de rotation varie dans un même gaz avec la pression, et quel rôle la nature particulière du gaz joue dans la production de ce phénomène; nous avons cherché ensuite si la masse gazeuse participe au mouvement rotatoire du jet qui la traverse; nous avons reconnu et étudié la propriété que possède ce jet, de pouvoir dans ce mouvement de rotation communiquer aux corps qu'il rencontre sur son trajet, aussi bien qu'aux molécules même par lesquelles il se propage, une impulsion très-sensible; enfin, nous avons fait un très-grand nombre d'expériences sur la diminution d'intensité que subit le courant par suite de ce mouvement de rotation et de l'impulsion mécanique qu'il exerce. Tel a été le plan général de notre travail; nous allons passer maintenant au détail des expériences.

[1] *Archives*, 1849, tome XII, p. 222.

I. *Influence qu'exercent sur la vitesse de rotation du jet, le degré de raréfaction du gaz et sa nature.*

Pour étudier comment la vitesse de rotation du jet varie dans un même gaz avec son degré de raréfaction, toutes circonstances absolument égales d'ailleurs, nous avons employés deux bocaux cylindriques en verre parfaitement semblables, fermés à leurs extrémités par des plaques de laiton bien mastiquées et joignant hermétiquement. A ces plaques étaient fixées des électrodes dont l'une consistait en un anneau de laiton parallèle à la base du cylindre ayant 10 centimèt. de diamètre et porté par deux tiges de laiton isolées, l'autre en une tige de laiton également isolée se terminant par une boule concentrique à l'anneau; la plaque de laiton inférieure était placée de manière à reposer sur une des extrémités du noyau en fer doux de l'électro-aimant dont elle n'était séparée que par une plaque mince, isolante, en verre ou en caoutchouc; l'autre plaque était munie d'un robinet à raccord auquel s'adaptait un tube de plomb qui reliait les deux bocaux entre eux et les faisait communiquer avec la pompe pneumatique et le manomètre. Ces deux bocaux étaient placés chacun sur l'un des pôles du gros électro-aimant, dont nous avons fait usage dans notre précédent travail et qui pour les recherches qui nous occupent ici était disposé en fer à cheval. Cet électro-aimant était mis en activité à l'aide d'une pile composée de 30 ou 40 couples de Bunsen.

Il ne suffisait pas de rendre l'action magnétique égale sur les deux bocaux; il fallait en outre que les décharges qui se produisaient dans l'un et l'autre bocal fussent toujours de même intensité; pour réaliser cette condition,



nous faisions passer le même courant successivement à travers les deux vases. Le manomètre et la pompe pneumatique étaient les mêmes que ceux qui nous avaient déjà servi dans nos recherches antérieures.

L'expérience étant disposée comme nous venons de le voir, nous commencions par remplir les deux bocaux d'un même gaz à la même pression, 20mm par exemple ; nous faisions passer le courant, et nous aimantions. Le magnétisme n'étant pas absolument égal aux deux pôles de l'aimant, la vitesse de rotation n'était pas tout d'abord la même dans les deux bocaux ; mais nous arrivions à l'égaliser parfaitement en interposant entre l'aimant et le bocal, dans lequel la rotation était trop rapide, une, deux ou plusieurs plaques de verre minces qui, en éloignant le jet du pôle magnétique, diminuaient leur action réciproque et ramenaient cette vitesse à être la même que dans l'autre bocal.

Les deux vases étant désormais dans des conditions absolument identiques, nous maintenions dans l'un des deux la pression constante, tandis que nous faisions varier le degré de raréfaction dans l'autre, et nous comparions les nombres de tours décrits dans 30 secondes sous l'influence du magnétisme, par l'un et l'autre jet. L'accroissement de pression dans l'un des bocaux augmentant la résistance totale du circuit, la vitesse de rotation en était un peu diminuée dans le vase à pression constante, mais elle diminuait beaucoup plus rapidement encore dans l'autre. Voici, du reste, quelques-uns des résultats que nous avons obtenus. Pour plus de clarté, nous désignerons les deux bocaux par A et B, la pression par p, et le nombre de tours exécutés toujours dans 30 secondes par n.

Air sec dans les deux bocaux :

	A		B	
	p	n	p	n
1re expér.	13mm	105	13mm	105
	»	102	26mm	63
	»	96	39mm	54
2me expér.	24mm	48	24mm	48
	«	51	19mm	60
	»	54	12mm	72
3me expér.	18mm	72	18mm	72
	»	63	36mm	36

Acide carbonique sec dans les deux bocaux :

	A		B	
	p	n	p	n
1re expér.	30mm	30	15mm	50
2me expér.	30mm	36	15mm	63

Avec l'hydrogène l'expérience présente une grande incertitude, parce que la rotation est trop peu continue et trop rapide ; nous sommes cependant arrivés à obtenir quelques mesures approximatives, s'accordant entièrement avec les résultats indiqués ci-dessus.

Il résulte de ces expériences *que la vitesse de rotation du jet varie avec le degré de raréfaction du gaz, mais qu'elle diminue suivant un rapport moindre que celui dans lequel la pression augmente.*

Le même appareil nous a servi à étudier l'influence que la nature spéciale du gaz exerce sur la vitesse du mouvement de rotation du jet qui le traverse. Pour cela les deux bocaux étaient d'abord remplis d'air atmosphérique à la même pression, de façon à ce qu'on pût vérifier de nouveau que l'action magnétique était exactement la même sur chacun d'eux. Puis, fermant l'un des deux bocaux et

le laissant plein d'air qu'on avait amené d'abord au degré de raréfaction auquel on voulait opérer, on introduisait un autre gaz, de l'acide carbonique, par exemple, dans le second bocal. Après avoir plusieurs fois de suite enlevé puis réintroduit le gaz et quand on le considérait comme suffisamment pur, on l'amenait exactement à la même pression qu'avait l'air dans l'autre bocal; ensuite, pour obtenir un équilibre parfait entre les gaz des deux bocaux, on les faisait communiquer ensemble un petit instant, après quoi on les fermait, puis on faisait passer le même courant successivement dans les deux, on aimantait et on comptait le nombre de tours décrits dans le même temps par le jet, dans chacun des deux gaz différents.

Voici ce que nous avons obtenu dans deux expériences différentes faites avec l'air et l'acide carbonique :

p	*n*	
	Air.	Acide carb.
28mm	58	46
20mm	80	66
15mm	100	74
20mm	40	30

Nous avons fait encore cette expérience sous une autre forme, qui consistait à faire varier le degré de raréfaction de l'un des gaz en maintenant la pression constante dans l'autre bocal jusqu'à ce qu'on obtînt la même vitesse de rotation dans les deux gaz différents. Nous avons trouvé, par exemple, que le jet faisait 60 tours en 30 secondes, dans l'un comme dans l'autre gaz, lorsque l'air était à 28mm et l'acide carbonique à 15mm. Dans une autre expérience, nous avons observé que la vitesse de la rotation était presque la même dans les deux bocaux, soit 61 tours

en 30 secondes dans l'un, et 57 dans l'autre, lorsque l'air était à 33mm,50 de pression et l'acide carbonique à 20mm. Le rapport des deux pressions est 1,9 dans le premier cas, et 1,65 dans le second, il est donc plus considérable que celui des densités de ces gaz.

Nous avons également soumis à l'expérience quelques autres gaz ou vapeurs tels que le protoxyde d'azote, le gaz oléfiant, la vapeur d'éther, etc. Les résultats qu'ont donnés ces corps se sont trouvés généralement d'accord avec ceux qu'on avait obtenus avec l'acide carbonique, mais la rapide décomposition de ces gaz sous l'action de la décharge rendait l'expérience difficile et souvent incertaine. La comparaison entre l'air sec et l'air saturé de différentes vapeurs a confirmé les observations antérieures de M. de la Rive. Quant à l'hydrogène, le jet y tourne trop rapidement et irrégulièrement pour qu'on puisse faire l'expérience d'une manière satisfaisante.

Il résulte d'une manière générale de ces expériences que *la vitesse de rotation du jet électrique varie d'un gaz à l'autre dans un rapport inverse à peu près de celui des densités.*

II. *Impulsion mécanique communiquée par le jet dans son mouvement de rotation à la masse gazeuse, dans laquelle il se déplace, et à tout corps qu'il rencontre sur son passage.*

Ayant constaté dans les expériences précédentes la résistance que le jet éprouve dans son mouvement de rotation par l'effet de la densité de la masse gazeuse au milieu de laquelle il se déplace, nous étions naturellement amenés à rechercher si cette rotation est accompagnée d'un mouvement des particules gazeuses, et s'il serait pos-



sible de rendre manifeste d'une manière ou d'une autre une impulsion qui serait imprimée par le jet tournant au gaz lui-même, ou à tel autre corps suffisamment léger placé sur son trajet.

Pour mettre en évidence cette impulsion que nous supposions devoir exister de la part du jet, nous fîmes une première expérience préliminaire qui consista à disposer un petit pendule très-léger dans l'intérieur d'une grande cloche de verre munie d'un système d'électrodes semblables à celui que nous avons décrit plus haut [1] et fermée par une platine qu'on plaçait sur l'un des pôles de l'électro-aimant. Ce pendule, composé d'un petit morceau de papier gommé porté par un fil de cocon, fut disposé de façon que le jet dans son mouvement de rotatiou dût venir frapper la petite palette de papier en lui imprimant, pensions-nous, une très-faible impulsion. C'est ce qui eut lieu en effet, et même le mouvement communiqué au pendule fut beaucoup plus marqué que nous ne nous y étions attendus. Chaque fois que dans son mouvement de rotation le jet arrivait contre le morceau de papier il s'arrêtait momentanément, paraissait pousser l'obstacle, puis le franchissait et continuait sa course jusqu'à ce qu'il vînt le frapper de nouveau. Chaque fois le pendule recevait une impulsion très-marquée qui le faisait osciller de plusieurs degrés. L'expérience fut faite dans de l'air à 15^{mm} ou 20^{mm} de pression. Sous cette forme elle n'est pas susceptible de donner des mesures comparatives; le mouvement du pendule ne dépasse pas, en effet, certaines limites, et il est même tout à fait irrégulier, les chocs

[1] L'électrode annulaire employée dans cette grande cloche était un peu plus grande que celles qui se trouvaient dans les deux bocaux décrits ci-dessus et avait 15 centimètres de diamètre.



imprimés par le jet ne concordant pas toujours avec les oscillations.

Une fois l'impulsion imprimée par le jet, dûment constatée, il fallait pour l'étudier dans différentes circonstances un appareil sur lequel elle s'exerçât d'une manière continue et qui fût susceptible de prendre sous cette impulsion un mouvement de rotation régulier, de même sens que celui du jet et plus ou moins rapide suivant l'intensité de l'action mécanique exercée.

Nous avons employé, à cet effet, un petit tourniquet consistant en une aiguille en ivoire, reposant par une chappe en agate sur une pointe d'acier fixée sur un pivot également en ivoire; cette aiguille portait à chacune de ses extrémités une palette verticale formée d'un petit disque de verre très-mince. L'aiguille était placée dans l'intérieur de l'anneau de laiton, dans le plan de cet anneau ou plutôt un peu au-dessus; son centre était immédiatement au-dessous de la boule un peu relevée à cet effet, de telle sorte que le jet décrivait dans cette expérience non plus un cercle horizontal, mais un cône très-aplati, de manière à venir frapper le milieu à peu près de chacun des disques de verre.

Au premier choc que lui imprimait le jet, ce petit appareil se mettait à tourner, et les impulsions s'ajoutant les unes aux autres, son mouvement devenait de plus en plus rapide, jusqu'à ce que la résistance qu'il éprouvait de la part du gaz raréfié ambiant et le frottement de la chappe sur le pivot fissent équilibre à la force accélératrice provenant de l'action du jet.

La vitesse de rotation imprimée de la sorte au tourniquet, varie notablement avec la pression du gaz, avec sa nature, et, cela va sans dire, avec l'intensité du courant; c'est ce que montrent les tableaux qui suivent :

Air atmosphérique.

Pression.	Nombre de tours du tourniquet dans 30 secondes.
10mm	11
8mm	16
5mm	25
4mm	30

Hydrogène.

1re expér.	38mm	32
	18mm	46
	1mm	54
2me expér.	11,60mm	13
	2,50mm	24

Acide carbonique.

43mm	14
10mm	42

Il est inutile de citer un plus grand nombre d'expériences; elles ont toutes donné le même résultat. A des pressions élevées, 50 à 60mm par exemple, le jet passant d'une manière tout à fait discontinue et ne tournant que fort irrégulièrement n'était pas capable d'imprimer une impulsion au tourniquet; c'est vers 40 ou 45mm que s'établissait un mouvement de rotation régulier pour l'un comme pour l'autre; mais ce mouvement était d'abord fort lent. Le jet frappait la palette à chaque passage, était arrêté un petit instant, et s'infléchissait légèrement autour d'elle en la poussant, puis franchissait l'obstacle et allait frapper la seconde palette qu'il poussait à son tour et ainsi de suite. Plus la pression du gaz était faible plus la vitesse du tourniquet était grande, ce qui tient, soit à ce que le jet lui-même tournait plus vite, soit à ce que la résistance que les palettes éprouvaient de la part du milieu gazeux raréfié était plus faible, soit enfin à ce

que le courant était plus fort. Lorsque le magnétisme était faible, le jet se mouvait beaucoup plus lentement ne dépassant que rarement la palette contre laquelle il était venu s'appliquer et la poussant lentement devant lui sans l'abandonner. Le tourniquet atteignait sa vitesse maximum aux très-basses pressions; à 1^{mm} et même au-dessous, le jet tournant revêtait l'apparence d'une nappe lumineuse continue et immobile dans laquelle le tourniquet se mouvait avec une grande rapidité. Celui-ci tourne plus vite dans l'hydrogène que dans l'air, plus vite dans l'air que dans l'acide carbonique.

La manière la plus brillante de faire l'expérience consiste à placer le tourniquet dans de l'hydrogène raréfié à 1^{mm} ou au-dessous, avec un courant induit suffisamment fort et un électro-aimant suffisamment puissant; on voit alors une nappe gazeuse incandescente d'une densité très-faible, rendue infiniment plus faible encore par la raréfaction et la haute température, imprimer un mouvement très-rapide, pouvant aller jusqu'à 100 et 110 tours par minute, à un corps qui présente par rapport à elle une masse considérable.

III. *Diminution d'intensité qu'éprouve le courant lors que le jet tourne et communique son impulsion aux corps voisins.*

Il était fort probable qu'une perturbation telle que celle que le tourniquet apportait dans la marche du jet, n'était pas sans exercer une assez grande influence sur l'intensité du courant qui la produisait. Soit dépense de force mécanique pour l'impulsion du tourniquet par le jet, soit refroidissement du jet par son contact avec les couches gazeuses qu'il rencontrait sur son passage, soit

quelque autre cause difficile à déterminer encore, il était probable que dans l'expérience que nous venons de décrire le courant devait éprouver un affaiblissement au moment où l'électro-aimant venait à agir sur lui et le forçait à tourner en entraînant le tourniquet dans son mouvement.

Pour le constater, nous introduisîmes dans le circuit induit l'appareil à dérivation dont il a été question déjà dans notre précédent travail. Le petit courant dérivé ainsi obtenu et qui était sensiblement proportionnel au courant principal, traversait un galvanomètre très-délicat placé suffisamment loin de l'électro-aimant pour être en dehors de son influence.

L'expérience montra en effet que le courant était très-notablement affaibli pendant tout le temps où le magnétisme agissait et où le jet tournait sous son influence en faisant marcher le tourniquet.

Nous avons fait, pour vérifier ce fait important, un très-grand nombre d'expériences; voici quelques-uns des résultats obtenus que nous prenons au hasard dans nos notes :

Air atmosphérique.

Nombre des couples à l'électro-aimant.	Pression.	Nombre de tours du tourniquet dans 30 secondes.	Variation du galvanomètre
40	9mm		42°—32° = 10°
»	8mm		45°—34° = 11°
40	14mm	18	32°—21° = 11°
20	»	jet adhérant au tourniquet.	32°—22°½ = 9°½
10	»		32°—24° = 8°
40	13mm	19	38°—27° = 11°
»	10mm	22	47°—29° = 18°
»	5mm	24	32°—27° = 5°
40	9mm	12	35°—20° = 15°
»	16mm		30°—19° = 11°

Air atmosphérique.

Nombre des couples à l'électro-aimant.	Pression.	Nombre de tours du tourniquet dans 30 secondes.	Variations du galvanomètre.
30	18mm	36	32°—18°½=13°½
15	»	29	32°—23° = 9°
10	»	24	30°—24° = 6°
5	»	16	32°—29° = 3°

Acide carbonique.

40	43mm	14	33°—30° = 3°
»	10mm	42	30°—13° =17°

La même expérience avec l'hydrogène donna un résultat analogue, seulement beaucoup moins prononcé; avec ce gaz la diminution d'intensité n'était guère indiquée au galvanomètre que par 3° ou 4°, parfois 5°.

C'est aux pressions moyennes vers 10mm que l'effet est le plus marqué; à ces pressions la vitesse du tourniquet est déjà très-grande et le gaz oppose encore une certaine résistance. Cette diminution d'intensité que le jet éprouvait par suite de la présence sur son passage du tourniquet mobile avec lui, il devait l'éprouver aussi, quoiqu'à un moindre degré, de la part du milieu gazeux dans lequel il se déplace et qui participe aussi à son mouvement. Dans nos précédentes recherches nous étions arrivés, il est vrai, à admettre que le magnétisme n'augmente pas la résistance que le gaz oppose au passage de la décharge, dans le cas du moins où celle-ci peut tourner librement dans un plan perpendiculaire à l'axe de l'aimant. Mais si nous n'avons pu constater alors aucun effet de ce genre, c'est que nous n'avions pas opéré avec un électro-aimant suffisamment fort et avec un jet assez intense, et que nous employions un bocal plus petit dans lequel la décharge était beaucoup plus courte. Ayant réussi en dernier

lieu à constater un affaiblissement marqué du courant même dans le cas où il n'y a pas de tourniquet, nous sommes obligés de retirer sur ce point le résultat négatif que nous avions donné à la fin de notre précédent mémoire.

Voici en effet ce que nous avons obtenu dans une longue série d'expériences sur ce sujet parmi lesquelles nous n'en citerons qu'un petit nombre, toutes ayant donné le même résultat.

Air atmosphérique.

Pression.	Nombre de tours du jet en 30 secondes.	Galvanomètre.
8^{mm}	87	41° [1] —37°=4°
19^{mm}	45	43° —39°=4°

La diminution d'intensité étant la même dans ces deux expériences, l'augmentation de la vitesse du jet qui était à peu près double compensait la diminution de la masse du gaz qui était environ deux fois et demie moindre.

Voici encore d'autres résultats analogues desquels il suit également que la diminution d'intensité produite varie peu avec le degré de raréfaction, celui-ci étant compensé par la plus ou moins grande vitesse du jet.

Air atmosphérique.

Pression.	Nombre de tours du jet en 30 secondes.	Galvanomètre.
10^{mm}	84	37°—32°=5°
15^{mm}	60	28°—23°=5°
20^{mm}	46	22°—17°=5°

[1] Il ne faut pas s'arrêter aux valeurs absolues des indications du galvanomètre, mais seulement à la diminution que subit sa déviation; les sondes de l'appareil ont dû en effet être fréquemment déplacées dans le cours de ces recherches, pour ramener toujours au début de chaque expérience la déviation galvanométrique à une valeur moyenne voisine de 30° ou 40°.

Cet affaiblissement du courant fut beaucoup plus marqué quand au lieu d'opérer avec la grande cloche nous fîmes l'expérience avec les deux bocaux [1] ; l'effet fut de la sorte doublé et de plus, le rayon de l'anneau étant plus petit, on put obtenir pour le jet une vitesse plus grande tout en opérant à une pression plus élevée.

Air atmosphérique.

	Pression.	Nombre de tours du jet en 30 secondes.	Galvanomètre.	
1re exp.	21mm	108	34°—20° = 14°	pôle négatif [2] à la boule.
	»	»	30°—17° = 13°	
	»	»	26°—13° = 13°	
2me exp.	8mm,50	—	39°—32° = 7°	
3me exp.	»	—	29°—19° = 10°	pôle négatif à l'anneau.
	»	—	31°—22° = 9°	

Avec l'hydrogène la diminution d'intensité produite par la rotation du jet dans le gaz sans tourniquet est insensible. Il faut remarquer que dans ce cas le jet disparaît et se répartit en un nombre infini de filets dans toute la masse du gaz comme le ferait dans les mêmes circonstances un courant électrique ordinaire dans un liquide conducteur, de sorte que la nappe gazeuse tourne tout entière sous l'action du magnétisme.

Avec l'air et l'acide carbonique en revanche, l'affaiblissement du courant est très-grand, même sans tourniquet. Toutes circonstances égales d'ailleurs, cette diminution du courant est toujours notablement plus forte lorsque le tourniquet est introduit et mis en mouvement par le jet, c'est ce que montre le tableau suivant :

[1] Ces deux bocaux, les mêmes qui nous ont déjà servi, étaient placés l'un à la suite de l'autre dans le circuit, chacun sur l'un des pôles de l'électro-aimant.

[2] Quand le contraire n'est pas dit, le pôle négatif est toujours à la boule.

Air atmosphérique.

Pression.	Galvanomètre avec tourniquet.	Galvanomètre sans tourniquet.
18mm	29°—18°=11°	28°—21°=7°
9mm	30°—22°= 8°	30°—26°=4°
9mm	30°—18°=12°	30°—25°=5°
8mm 1/2	30°—12°=18°	30°—21°=9°

La diminution d'intensité que nous venons de constater dans le courant induit lorsque le jet tourne en poussant devant lui le tourniquet et même, quoiqu'à un moindre degré, quand le jet tourne simplement dans le gaz sans entraîner d'autre corps dans son mouvement, peut tenir à des causes très-complexes. Elle peut provenir en particulier du refroidissement que subit le jet dans son déplacement, en venant en contact à chaque instant avec de nouvelles couches gazeuses encore froides ou avec les palettes également froides du tourniquet. Elle peut résulter ensuite de la dépense de force mécanique que le courant est obligé de faire pour entraîner avec lui le gaz et le tourniquet dans un cas, le gaz seul dans l'autre cas. Elle peut tenir enfin à la production d'un courant induit en sens opposé, qui lui même ne serait que la forme sous laquelle se traduirait physiquement la diminution d'intensité résultant du travail mécanique exécuté par le courant.

Nous avons fait un grand nombre d'expériences pour tâcher d'éclaircir cette question, mais nous ne sommes pas arrivés à vaincre toutes les difficultés inhérentes à ce sujet.

Nous avons d'abord placé la cloche à électrode annulaire dans laquelle se produisait le jet, sur une platine mobile, adaptée à un appareil de rotation avec lequel on

pouvait la faire tourner très-rapidement. Nous avons constaté de la sorte que l'intensité du courant ne variait point quand la cloche ne renfermant que le gaz raréfié et sans tourniquet tournait très-vite, entraînant dans son mouvement giratoire le gaz et le jet, tout en mélangeant entre elles les couches gazeuses dans lesquelles le jet arrivait successivement. Nous n'avons point non plus observé d'effet au galvanomètre en donnant préalablement à l'aide de notre appareil de rotation un mouvement rapide au tourniquet, puis faisant passer le courant qui, cette fois, au lieu d'imprimer une impulsion au tourniquet comme dans l'expérience ordinaire, était au contraire poussé par lui et subissait l'action refroidissante des couches gazeuses qu'il traversait, aussi bien que lorsqu'il tourne sous l'influence du magnétisme. Cette expérience semble indiquer que le refroidissement que subit le jet dans son mouvement de rotation n'est pas la cause principale de l'affaiblissement du courant [1].

Nous avons cherché, en outre, à étudier la marche de ce refroidissement du jet lequel est rendu évident par le réchauffement correspondant qui se produit dans la masse

[1] Elle nous a de plus démontré d'une manière évidente ce que nous avions déjà reconnu, c'est que la division du jet telle que M. de la Rive l'avait obtenue avec les vapeurs d'eau, d'éther et d'alcool résulte d'une illusion d'optique. On peut, en effet, produire cette même apparence, indépendamment de toute action magnétique, en faisant tourner suffisamment vite la cloche dans laquelle passe le jet ; les différentes décharges ne se produisent pas à la même place, parce que dans l'intervalle de deux d'entre elles, la couche gazeuse qui a été traversée par la dernière étincelle et par laquelle la suivante passera de préférence à cause de sa température plus élevée et de sa plus grande conductibilité, s'est déplacée avec tout le reste de la masse gazeuse. Ce sont ces décharges successives, quoique très-rapprochées, qui produisent cette apparence de roue, par suite de la persistance des impressions sur la rétine.

gazeuse. Ce réchauffement se manifeste par une baisse subite du manomètre à l'instant où le jet commence à tourner. Or, nous avons reconnu que cette augmentation de pression suit une toute autre loi [1] que la diminution d'intensité du courant; la première ne suffit donc pas à expliquer la seconde.

Des expériences faites ensuite pour déterminer dans quelle mesure le contact du jet avec les palettes de verre pouvait influer sur cet affaiblissement du courant nous ont montré que cet effet était tout à fait négligeable. En coupant le jet au moyen d'un petit disque de verre qu'on descendait dans la cloche et qui forçait le jet à se détourner un peu en se collant contre le verre froid, nous n'avons pas observé de diminution sensible au galvanomètre.

Une dernière série d'expériences a eu pour but de rechercher de quelle manière se comporte cette diminution d'intensité du courant, lorsqu'on fait varier à la fois, et en sens inverse, son intensité absolue et la force de l'électro-aimant, de manière à maintenir constante l'intensité de leur action réciproque et à avoir ainsi une vitesse de rotation également constante. Nous affaiblissions le courant à volonté en introduisant dans le circuit inducteur de la bobine de Ruhmkorff un fil d'argentane assez résistant d'une longueur plus ou moins grande [2], et en même temps nous renforcions l'électro-aimant en augmentant

[1] L'augmentation de pression, qui est très-marquée vers 30^{mm} où elle atteint jusqu'à $0^{mm},60$, est insensible aux pressions plus basses (10^{mm}) et cependant l'affaiblissement du courant est alors indiqué encore par 4^{0} à 5° de diminution dans la déviation du galvanomètre.

[2] Nous avons déjà employé ce procédé dans notre précédent travail pour ramener toujours à la même intensité le courant sur lequel nous opérions.

le nombre des couples de la pile excitatrice. Pour un nombre donné de couples, nous réglions exactement le fil d'argentane de façon à avoir, dans tout le cours d'une même série d'expériences, une vitesse constante du jet; nous comparions alors l'affaiblissement du courant provenant du fait de la rotation, lorsque le courant était faible et l'aimant fort, avec ce qu'elle était dans le cas d'un courant fort et d'un aimant faible.

Nombre des couples à l'électro-aimant.	Longueur du fil d'argentane.	Galvanomètre			Nombre de tours du tourniquet en 30 secondes.
		sans aimant.	avec aimant.	Différence.	
36	62mm	55°	28°	27°	40
24	43mm	45°	25°	20°	39
18	18mm	43°	28°	15°	39
12	0	38°	30°	8°	35

Ainsi donc l'affaiblissement du courant induit est plus grand, lorsque ce courant a une moindre intensité. Cela peut s'expliquer en admettant que le courant est diminué d'une quantité qui est constante, pour une même vitesse de rotation, et qui par conséquent est d'autant plus grande par rapport au courant lui-même que ce courant est plus faible.

En admettant cette interprétation, on voit que la dernière expérience tend aussi à démontrer que le refroidissement n'est pas l'unique ni même la principale cause de l'affaiblissement du courant lors de la rotation. Le jet en tournant doit, en effet, perdre une quantité de chaleur proportionnelle à peu près à la quantité de chaleur totale qu'il développe dans le gaz; or dans l'expérience ci-dessus, si le refroidissement était la seule cause agissante, cette perte devrait se traduire au galvanomètre par un effet sensiblement constant pour une même vitesse de rotation, soit que le courant fût fort et l'aimant faible, soit que le cou-

rant fût faible et l'aimant fort. Or, le résultat a été tout autre, et l'effet, nous venons de le voir, a été beaucoup plus marqué dans le cas du courant faible que dans le cas opposé. Reste donc pour expliquer la diminution d'intensité que le courant éprouve lors de la rotation du jet, la dépense de force mécanique qu'il est obligé de faire pour entraîner le gaz et le tourniquet; et cet affaiblissement lui-même, quelle qu'en soit la cause, se traduit probablement physiquement par la production d'un courant induit de sens opposé.

Les expériences que nous venons de rapporter ne donnent point encore une solution complète du difficile problème qui s'est posé à nous dans le cours de ces recherches; nous nous sommes bornés à citer les faits sans prétendre en donner l'explication rationnelle et sans vouloir en déduire des considérations théoriques qui ne pourraient être que très-hasardées dans l'état actuel de la question.

Conclusions.

Les principaux résultats de notre travail peuvent se résumer comme suit:

La vitesse avec laquelle la décharge électrique traversant un gaz raréfié, tourne sous l'influence du magnétisme, varie dans un même gaz avec sa pression; elle augmente dans un rapport plus faible que celui dans lequel décroît la force élastique du gaz.

Cette vitesse varie aussi d'un gaz à l'autre, toutes conditions égales d'ailleurs; les vitesses obtenues avec deux gaz différents sont entre elles dans un rapport à peu près inverse de leurs densités.

Le jet entraîne avec lui dans son mouvement giratoire le gaz au milieu duquel il se déplace; il imprime aussi

une impulsion très-marquée à un obstacle mobile qu'il rencontre sur son passage et entraîne également dans son mouvement tout corps suffisamment léger qui se trouve dans la zone circulaire qu'il parcourt et qui est susceptible de tourner comme lui.

Cette rotation du jet sous l'influence du magnétisme avec entraînement de la masse gazeuse ou de tout autre corps, produit un affaiblissement notable du courant. Cette diminution d'intensité, dont la cause n'a point encore été déterminée, peut tenir, soit au refroidissement que subit le jet en tournant, soit à la dépense de force mécanique qu'il fait, soit à une action directe de l'aimant, soit à ces diverses causes réunies.

Enfin, un autre fait que démontrent nos expériences, et que nous tenons à signaler en terminant, c'est l'augmentation de cohésion, qui semble résulter pour un gaz raréfié du fait qu'il transmet la décharge électrique. Cette transmission d'électricité produit-elle une attraction réciproque de molécule à molécule, une véritable cohésion ? C'est ce que semblerait indiquer la consistance, la ténacité de ce filet gazeux très-raréfié et incandescent qui est susceptible de pousser devant lui sans se rompre au premier choc, un corps matériel d'une masse considérable par rapport à la sienne. Ce dernier point mérite d'être repris avec soin.

BULLETIN SCIENTIFIQUE

ASTRONOMIE.

Ed. Mailly. Tableau de l'astronomie dans l'hémisphère austral et dans l'Inde.

M. le Dr Mailly, ancien aide à l'observatoire de Bruxelles, est déjà avantageusement connu du monde savant, soit par ses travaux dans cet observatoire, effectués sous la direction de M. Quetelet, soit par un grand nombre de Notices, rédigées avec soin et avec d'excellents matériaux, sur les observatoires et les institutions scientifiques de la Grande-Bretagne, de l'Italie, de l'Espagne et des États-Unis d'Amérique.

Le volume de 232 pages in-8°, publié à Bruxelles en 1872, que nous annonçons ici, est un travail du même genre sur les observatoires de l'hémisphère austral et de l'Inde anglaise, où l'auteur a recueilli, et subdivisé en 22 chapitres, les renseignements les plus exacts sur ces établissements et leurs directeurs, principalement d'après les publications de la Société astronomique de Londres et le journal allemand des *Astronomische Nachrichten.*

M. Mailly expose d'abord les travaux de Halley en 1677 à l'île Sainte-Hélène; puis ceux de Lacaille, de 1751 à 1753, au cap de Bonne-Espérance. Suivant, en général, l'ordre historique, il parle ensuite de l'observatoire de Paramatta, érigé en 1821, près de Sydney, dans la Nouvelle-Galles du Sud, sous le patronage de sir Thomas Brisbane, et où Rümker et Dunlop ont été les principaux observateurs jusqu'en 1835. Il donne quelques détails sur les travaux de Johnson à l'île Sainte-Hélène de 1829 à 1833, et rend compte successivement de ceux de MM. Fallows, Henderson et Maclear à l'observatoire royal du cap de Bonne-Espérance, à partir de 1821 jusqu'en 1870, où M. Stone y a succédé à sir Thomas

Maclear. Un chapitre spécial est consacré au séjour mémorable de sir John Herschel au cap, de 1834 à 1838, et aux nombreuses et importantes séries d'observations qu'il y a faites à Feldhausen.

M. Mailly parle ensuite de l'observatoire de Madras, fondé vers 1821 par la Compagnie des Indes orientales, et qui a eu successivement pour directeurs Goldingham, Taylor et le capitaine Jacob. M. Pogson a succédé à ce dernier vers 1860, et a déployé la même activité que ses prédécesseurs. Le roi d'Oude avait fondé à Lucknow un observatoire, pourvu d'instruments de premier ordre, et où le lieutenant-colonel Wilcox commença des observations vers le milieu de 1841; mais il mourut en 1848, et le roi supprima l'observatoire, qui a été dévasté lors du siége de Lucknow, et dont les instruments ont été brisés et dispersés.

M. Eyre Burton Powel s'était fait ériger vers 1853, sous les auspices du capitaine Jacob, un petit observatoire particulier à Madras, et il s'y est occupé principalement d'observations d'étoiles doubles. Le Rajah de Travancore en Malabar a aussi fait établir à Trevandrum un observatoire, où M. Caldecott a travaillé en 1843. M. Broun lui a succédé, mais le Rajah a dès lors fait fermer l'observatoire, en accordant une pension à M. Broun.

M. Mailly passe de l'Inde britannique à l'Amérique du Sud, et raconte en détail l'expédition du lieutenant Gilliss au Chili en 1849, et la fondation de l'observatoire de Santiago, où le Dr Moesta a succédé en 1852 à cet actif astronome.

L'auteur rend compte ensuite de la fondation et des travaux déjà exécutés dans les nouveaux observatoires fondés dans les colonies britanniques en Australie depuis Brisbane, savoir: 1° en 1856, celui de Sydney, dirigé successivement par MM. W. Scott et Smalley; 2° l'observatoire particulier de M. John Tebbutt à Windsor, dans la nouvelle Galles du Sud, dont les travaux datent de 1854; 3° l'observatoire de la colonie de Victoria, établi d'abord à Williamstown vers 1853,

transporté 10 ans après à Melbourne, toujours sous la direction de M. Ellery, et où a été établi, en 1869, un grand télescope à réflexion de M. Grubb ; 4° l'observatoire d'Adélaïde, dans l'Australie du Sud, dirigé par M. Charles Todd ; 5° l'observatoire de Hobart-Town, dans l'île de Van Diemen, érigé d'abord, vers 1840, comme la station la plus australe pour l'observation des phénomènes magnétiques et météorologiques, sa latitude Sud étant d'environ 42°52′ d'après les observations du lieutenant Kay ; 6° un observatoire particulier à Hobart-Town, appartenant à M. Francis Abbott, et où il a fait, à partir de 1856, une étude spéciale de l'étoile variable si remarquable η du Navire.

L'avant-dernier chapitre de l'ouvrage de M. Mailly est relatif à l'observatoire de Batavia, dans la colonie hollandaise de Java, où M. Oudemans a travaillé de 1857 à 1868; et à celui de Rio-Janeiro, au Brésil, fondé avant 1780 par des astronomes portugais, et où MM. Mouchez, de Mello, Penaud et Liais ont fait successivement de plus récentes observations. Il raconte, enfin, la fondation, en 1870, d'un observatoire national de la république Argentine à Cordoba, sous la direction de l'astronome de New-York Apthorp Gould, qui, avec ses quatre aides, a déjà dressé un catalogue de 4500 étoiles visibles à l'œil nu, comprises entre le pôle Sud et 10° de déclinaison boréale, pour faire suite à l'*Uranographie* de M. Argelander, où il y en a 3256 entre le pôle Nord et 30° de latitude australe.

Un travail bien plus considérable encore a été commencé, il y a sept à huit ans, dans les trois observatoires du Cap, de Madras et de Melbourne, sous le patronage de la Société astronomique de Londres. C'est celui d'une exploration du ciel austral par zones, analogue à celle exécutée à Bonn, pour le ciel boréal, sous la direction de M. Argelander. Les astronomes de ces établissements se sont subdivisé les sections du ciel à observer, et l'on évalue à près de 300000 les étoiles dont la position sera ainsi déterminée.

Nous n'avons guère pu présenter ici qu'une simple énumération des nombreux établissements scientifiques dont il est question dans l'ouvrage de M. Mailly Ce qui en rend la lecture particulièrement intéressante et instructive, c'est que l'auteur y entre dans l'exposition détaillée de la position et de la structure des observatoires, des instruments qui y sont placés, des travaux astronomiques et géodésiques et des principales circonstances de la vie des astronomes qui y ont été attachés et qui y sont encore. Il cite toujours ses autorités, avec une scrupuleuse exactitude. Cet ouvrage fait bien ressortir la grande activité qui règne maintenant en astronomie pratique, même dans la partie méridionale de notre globe; et en le joignant aux publications antérieures du même auteur, leur ensemble nous fournit de précieux documents sur l'histoire de l'astronomie moderne. A. G.

Ed. Mailly. De l'astronomie dans l'Académie royale de Belgique (1772-1872).

M. Mailly, correspondant de l'Académie royale de Belgique, dont le siége est à Bruxelles, vient aussi d'y publier, en un volume grand in-8° de 208 pages, un extrait relatif à l'astronomie, d'un livre commémoratif du centième anniversaire depuis la fondation de cette Académie des sciences et belles-lettres, qui eut lieu en 1772 sous le règne de l'impératrice d'Autriche Marie-Thérèse.

Ce second ouvrage récent de M. Mailly se compose de 30 paragraphes, formant quatre périodes distinctes par ordre de dates.

La première, comprenant l'intervalle entre 1772 et 1794, présente le relevé des travaux et découvertes astronomiques communiqués à l'Académie par ses membres ordinaires ou étrangers, tels que l'abbé Chevalier, Messier, sir Charles Englefield, Nathaniel Pigott, le baron de Zach, l'abbé Mann, etc. L'Académie commença, dès 1773, à publier un recueil de Mémoires. M. Mailly rappelle que l'illustre famille des Ber-

noulli était originaire d'Anvers, mais qu'elle quitta la Belgique en 1583, pour se soustraire aux persécutions du duc d'Albe, et se réfugia d'abord à Francfort, puis à Bâle.

La seconde période va de 1816, époque du rétablissement de l'Académie par le roi des Pays-Bas, sous le ministère de M. Falck, jusqu'en 1834, époque de l'élection de M. Quetelet comme secrétaire perpétuel, et de l'installation de l'observatoire de Bruxelles sous sa direction. L'Académie continua alors la publication de Mémoires in-4°, et se décida, en janvier 1832, à faire paraître aussi des *Bulletins* détaillés de ses séances, formant maintenant un recueil de plus de 40 volumes in-8°, accompagnés de planches. M. Quetelet commença vers la même époque la publication des *Annales* de son observatoire, dont il y a actuellement 20 volumes grand in-4°, ainsi que celle d'*Annuaires*, soit de l'observatoire, soit de l'Académie, ces derniers contenant des Notices sur les membres décédés.

La troisième période est comprise entre les années 1835 et 1853; c'est une des plus fécondes en travaux des membres de l'Académie, et en communications de ses correspondants. Il y eut, en 1845, une réorganisation dans son sein, qui y introduisit les beaux-arts. La quatrième se rapporte à l'intervalle entre 1854 et 1872.

Nous ne pourrions entrer ici dans plus de détails. Il nous suffira de dire que M. Mailly a réussi, comme dans l'ouvrage précédent, à jeter de l'intérêt sur ses expositions, en en faisant une sorte de répertoire historique des progrès graduels de la science. Il a eu, entre autres, de fréquentes occasions de faire ressortir les éminents services scientifiques qu'à rendus M. Adolphe Quetelet, par son activité infatigable dans l'acquittement de ses fonctions, soit à l'Académie, soit à l'observatoire. Son fils, M. Ernest Quetelet, joue aussi, maintenant, un rôle très-actif dans ce dernier établissement. Comme il a été bien souvent rendu compte dans nos *Archives* des travaux accomplis dans l'observatoire de Bruxelles, nous nous bornerons à citer ici la dernière mention qu'en fait M. Mailly,

en terminant son ouvrage. « Les observations astronomiques, depuis 1857, doivent conduire à un catalogue d'environ 10000 étoiles. Ce catalogue, et la triangulation du royaume, exécutée par les soins du dépôt de la guerre, forment deux vastes entreprises, bien faites pour honorer les hommes qui en ont été les promoteurs, et ceux qui les auront menées à bonne fin. » A. G.

PHYSIQUE.

GLADSTONE et TRIBE. DÉCOMPOSITION DE L'EAU PAR LE ZINC UNI A UN MÉTAL PLUS NÉGATIF. (*Proceedings of the Royal Society*, mars 1872.)

On sait que le zinc parfaitement pur est incapable de décomposer l'eau distillée même à 100° C.; mais à des températures plus élevées il se combine avec l'oxygène. Les auteurs de cette note ont trouvé que cette combinaison peut avoir lieu à une température ordinaire si le zinc est uni avec du cuivre. L'expérience se fait de la manière la plus simple en plongeant d'abord une feuille mince de zinc dans une dissolution étendue de sulfate de cuivre et en la laissant dans la solution jusqu'à ce qu'elle soit recouverte d'une couche de cuivre légèrement spongieux. Puis, après avoir lavé avec soin dans l'eau pure cette feuille ainsi recouverte, on la place dans un flacon d'eau distillée. On aperçoit bientôt des bulles de gaz qu'on constate être de l'hydrogène, et le zinc s'oxyde. Deux expériences continues prolongées pendant des mois, ont donné le même résultat; seulement la quantité d'hydrogène dégagée allait en diminuant; cependant elle variait jusqu'à un certain point avec la température du jour. Vues au microscope les bulles de gaz semblaient partir des petits cristaux de cuivre et non du zinc.

En remplaçant le dépôt de cuivre spongieux sur la feuille de zinc par une couche de platine spongieux, on obtient le même résultat; seulement l'effet beaucoup plus fort au début va rapidement en diminuant.

Le fer et le plomb décomposent également l'eau dans les mêmes circonstances; l'action du magnésium est très-augmentée par sa conjonction avec le cuivre. Ainsi l'effet d'un métal négatif est le même que celui qui résulterait de l'accroissement de la température [1].

A. SCHUSTER. SPECTRE DE L'HYDROGÈNE. (*Naturforscher* du 26 octobre 1872.)

Nous avons donné dans notre dernier Numéro les résultats obtenus par M. Schuster, pour le spectre de l'azote. Nous avons vu qu'il avait été amené à ne reconnaître comme tel que le spectre de second ordre, attribuant le spectre cannelé décrit par Plücker et par Morren non point à l'azote pur, mais aux oxydes d'azote. Nous avons annoncé également un autre travail du même auteur, traitant du spectre de l'hydrogène. M. Schuster n'admet, comme M. Angström, qu'un seul spectre de l'hydrogène pur, le spectre aux trois raies brillantes. Il donne le spectre à bandes, décrit par M. Wüllner, pour un spectre de l'acétylène, et pense, comme M. Angström, que le spectre aux six groupes de raies vertes appartient au soufre.

L'auteur fait suivre ces observations des réflexions que voici :

« Si l'on se demande maintenant quelle signification ces

[1] L'effet dont il s'agit est un effet voltaïque bien connu. Après avoir trouvé en 1830 (*Ann. de Chimie et de Phys.*, t. XLIII, p. 425) ce qui était alors ignoré, que le zinc distillé ne décompose pas même l'eau acidulée, j'avais montré en même temps qu'il suffit de la présence dans le zinc à l'état de mélange, ou simplement sur sa surface, d'un certain nombre de particules d'un métal plus négatif, pour que la décomposition de l'eau ait lieu, parce qu'il se forme une foule de petits couples voltaïques. J'avais remarqué également que c'est sur les molécules du métal négatif que se montrent les bulles d'hydrogène tandis que le zinc s'oxyde. C'est exactement ce qui se passe dans les expériences de MM. Gladstone et Tribe, sauf que l'action est beaucoup plus lente, vu qu'ils opèrent avec de l'eau pure et non avec de l'eau acidulée. A. D. L. R.

résultats ont pour la question des spectres multiples, il convient de remarquer qu'on a confondu en un seul deux points de vue différents. Il y a d'abord des corps qui sont gazeux à la température ordinaire, soit l'azote, l'hydrogène et l'oxygène. La question de la multiplicité des spectres de ces corps doit, dans mon opinion, être tranchée par la négative. Cette manière de voir a été émise dès l'origne par M. Angström; et ayant obtenu tous les faits observés par Plücker et par M. Wüllner, ce physicien n'y avait jamais vu que le résultat de l'impureté des gaz sur lesquels on opérait. Mais il y a d'autres corps, comme l'iode, le soufre, le brôme, pour lesquels, au moins en ce qui tient à l'iode et au soufre, l'existence des deux spectres distinctes paraît établie par les recherches de M. Salet. L'un de ces spectres est le renversement des raies d'absorption de la vapeur de ces corps, l'autre est le spectre à lignes brillantes. Dans les vapeurs colorées la constitution moléculaire doit être beaucoup plus complexe que dans les gaz, il n'est donc pas étonnant que cette vapeur puisse exercer une absorption qui se rapproche plus de la forme que l'absorption présente dans un liquide, que de celle qu'elle revêt dans un gaz. Elle donnera par transparence des bandes obscures, et devenue lumineuse elle fournira non point un spectre à lignes brillantes, mais un spectre à bandes. En revanche, à une température plus élevée, lorsque la vapeur sera devenue un gaz, le spectre pourra se transformer en un spectre à lignes brillantes. »

ZOOLOGIE, ANATOMIE ET PALÉONTOLOGIE.

N. JOLY. SUR L'HYPERMÉTAMORPHOSE DE LA PALINGENIA VIRGO A L'ÉTAT DE LARVE ; ANALOGIES DE CETTE LARVE AVEC LES CRUSTACÉS. — (Mémoires de l'Académie des Sciences de Toulouse, 7me série, tome III, p. 379, avec une planche [1].)

M. Joly a constaté que la larve de la *Palingenia virgo* n'a, au

[1] Ce mémoire a paru aussi dans les *Annales des Sciences naturelles*, 5me série, tome XV, 1871-72, mais sans planche.

moment où elle vient d'éclore, ni système nerveux visible, ni appareil circulatoire, ni organes de respiration. Les antennes et les soies caudales n'ont pas encore le nombre d'articles et la villosité qu'elles acquerront plus tard. Les branchies apparaissent à une période ultérieure sous la forme de petits cœcums tubuleux placés dans l'angle postérieur des six premiers segments de l'abdomen. Ces branchies tubuleuses se convertissent ensuite en expansions membraneuses qui fonctionnent non-seulement comme organes de respiration active, mais aussi comme organes locomoteurs très-puissants. La circulation, qui s'était d'abord montrée sous la forme d'une simple oscillation du sang, se perfectionne et les contractions du vaisseau dorsal deviennent très-visibles.

Ces faits ont probablement le mérite de la nouveauté en ce qui concerne l'espèce étudiée, mais l'auteur s'est fait illusion lorsqu'il a cru qu'ils étaient nouveaux dans l'histoire des insectes. M. Joly paraît ignorer les travaux relatifs au développement des insectes, qui se sont publiés hors de France dans ces dix dernières années. Il n'a pas connu, en particulier, les remarquables observations de Sir John Lubbock [1], sur le *Chlœon dimidiatum*, Ephémérine voisine de la *Palingenia virgo*. Le savant naturaliste anglais a décrit dans les plus grands détails les nombreuses mues de la larve, l'accroissement du nombre des articles des antennes et des soies caudales, le curieux développement des yeux, l'apparition des organes respiratoires et leur transformation graduelle, etc. Il n'y a pas un des points effleurés par M. Joly qui n'ait déjà été traités de main de maître par Lubbock. Tout semble se passer d'une manière identique chez les deux larves, sauf en ce qui concerne les soies caudales. En effet, M. Joly figure un embryon de *Palingenia*, sorti artificiellement de l'œuf avant l'éclosion, chez lequel on voit les trois soies caudales égales entre elles; chez le Chlœon, au

[1] On the Development of *Chloëon* (Ephemera) *dimidiatum*. Trans. Linn. Soc., vol. XXIV, pages 61-78, pl. XVII et XVIII; et vol. XXV, pages 477-492, pl. LVIII et LIX.

contraire, il n'existe, dans la toute jeune larve, que les deux filaments latéraux; le filament médian se développe seulement plus tard et graduellement. La métamorphose est donc plus complète, sous ce rapport, chez le Chlœon que chez la Palingenia. Cette différence n'a pas une grande importance et n'aurait pas suffi pour que nous nous arrêtions sur le mémoire de M. Joly; mais les conséquences que l'auteur prétend tirer de ses observations nous semblent être erronées et devoir être combattues.

M. Joly croit avoir découvert un nouveau cas *d'hypermétamorphose*, et veut trouver dans le développement de la Palingenia les preuves d'une transition entre les insectes et les crustacés.

En quoi le développement des larves d'Ephémérines qui se fait d'une manière tellement graduée, sans transformations brusques et accusées, et sans intercalation de formes pupoïdes, en quoi ce développement peut-il se comparer à celui des *Sitaris*, chez lesquels M. Fabre a reconnu l'existence d'une *larve primitive*, d'une *seconde larve*, d'une *pseudo-chrysalide* et d'une *troisième larve*, formes qui marquent autant de phases nettement séparées les unes des autres? Chez les Vésicants il y a des métamorphoses pendant l'état larvaire; chez les Ephémérines il n'y a que des changements de peau accompagnés de ces modifications graduelles qui sont précisément le caractère des insectes *Hemimetabola*. Dans le cas où l'on appliquerait le nom d'hypermétamorphose au développement larvaire, si continu, si nuancé des Ephémérines, quel nom faudrait-il forger pour les curieuses transformations des Ptéromaliens qui ont été décrites par Ganin [1] ?

Quant à cette transition des insectes aux crustacés que l'auteur veut établir d'après de vagues analogies entre certains systèmes d'organes, elle nous paraît bien hasardée. L'on peut supposer l'existence d'une souche commune d'où seraient

[1] Beiträge zur Erkenntniss der Entwickelungsgeschichte bei den Insecten. Zeitschr. für wiss. Zool., vol. XIX, 1869, pages 381-451, pl. XXX-XXXIII.

sortis les Insectes et les Myriapodes, tout au moins une partie de ces derniers. Ces deux classes sont reliées dans la nature actuelle par les Orthoptères (Thysanoures) d'un côté et les Chilopodes de l'autre. Les genres qui établissent le pont entre les deux groupes sont les *Nicoletia Campodea*, *Scolopendrella* (Sc. immaculata), et peut-être *Pauropus*. Il est même difficile de décider actuellement si la Scolopendrella doit être rattachée à l'une des classes plutôt qu'à l'autre. Mais les affinités entre les Orthoptères et les Crustacés sont certainement beaucoup plus éloignées et l'on ne doit pas accorder la valeur d'*homologies* à de simples *analogies* superficielles.

A. H.

BOTANIQUE.

Dr Ed. Strasburger. Die Coniferen und die Gnetaceen. Iena, 1872.

Après avoir, dans un précédent ouvrage (Die Befruchtung bei den Coniferen. Iena 1869), exposé en détail les diverses phases du phénomène de la fécondation chez plusieurs Conifères, le Dr Strasburger s'est livré à une étude approfondie et comparative de cette famille, ainsi que de celle des Gnetacées. C'est le résultat de longues et laborieuses recherches qu'il vient de résumer dans un volume accompagné de nombreuses planches. La tendance darwinienne nettement prononcée, avec laquelle l'auteur cherche à coordonner toutes ses observations, ajoute encore à l'intérêt déjà grand du sujet.

Le Dr Strasburger part du principe que les caractères morphologiques ne sont que l'expression des circonstances généalogiques des individus ou des groupes d'individus. Si tous les éléments du problème relatifs à chaque être étaient suffisamment connus, la classification naturelle, dans son ensemble, devrait coïncider avec l'arbre généalogique de tous les êtres passés et actuels.

Ne perdant pas de vue cette idée, l'auteur prend l'histoire comparative du développement des organes, comme le seul critère de leur valeur relative.

Les caractères de positions et de fonctions se trouvent donc rejetés au second plan.

L'étude du développement conduit à voir une grande analogie entre les corpuscules du *Welwitschia* et les vésicules embryonnaires des phanérogames supérieures. La même méthode conduit à considérer la plus extérieure des trois enveloppes florales des Gnétacées comme un véritable ovaire, et les deux autres comme l'analogie des téguments d'un véritable ovule. Cela établi, l'enveloppeuni que des Conifères se développant de la même façon que l'ovaire des Gnétatées devient elle-même un ovaire, renfermant un seul ovule nu. Par des raisons analogues les productions tardives de l'axe floral, telles que l'écaille fructifère des Araucariées et la cupule de Taxacées deviennent homologues.

Le Dr Strasburger ne s'est pas, d'ailleurs, borné à l'examen des organes de reproduction : il a aussi suivi le développement de ceux de la végétation, ainsi que la marche de la germination. Les nombreuses analogies qu'il arrive ainsi à établir, le conduisent, enfin, à grouper toutes les Conifères et Gnétacées en une seule série généalogique faisant suite aux Cycadées, et commençant aux Araucariacées pour se terminer en deux rameaux, d'une part aux Abiétinées, par les pins, cèdres, etc., de l'autre aux Gnétacées, par le Welwitschia.

Voici la traduction des résultats généraux tels que l'auteur les donne à la page 238 :

1° Les fleurs femelles des Conifères et des Gnétacées sont des bourgeons métamorphosés.

2° Toute la fleur est réduite à un ovaire nu et les enveloppes florales distinctes, connues chez les autres phanérogames manquent entièrement.

3° L'enveloppe unique de la fleur des Conifères est homologue de l'enveloppe extérieure des Gnétacées ; l'enveloppe extérieure des Gnétacées est l'homologue des carpelles des phanérogames supérieures, elle est donc un ovaire.

4° Cette enveloppe ovarienne entoure, chez les Conifères

un ovule nu, chez les Gnétacées un ovule revêtu d'un ou deux téguments.

5° Ces téguments de l'ovule des Gnétacées sont homologues aux téguments des phanérogames supérieures, mais ils se développent cependant encore de bas en haut, l'intérieur étant de formation postérieure à l'extérieur.

6° Toutes ces enveloppes doivent être considérées comme des produits foliacés.

7° L'extrémité axile du bourgeon devient le *nucléus*.

8° L'enveloppe ovarienne chez les deux familles est formée des deux feuilles carpellaires. Celles-ci naissent séparées et se réunissent bientôt par leurs bords[1]. Dans quelques cas rares, elles sont soudées dès l'origine.

9° Les téguments des Gnétacées sont sans exception également développés à l'origine tout le tour de l'axe floral. Ils peuvent répondre chacun à une seule feuille.

10° Les formations foliaires qui s'intercalent postérieurement sous les feuilles préexistantes dans les Conifères sont de nature discoïde. Elles forment l'écaille fructifère chez les Araucariacées et la cupule des Taxacées, mais elles manquent complétement chez les Gnétacées.

D'après ces résultats il ne paraît pas qu'on puisse conserver pour cette division du règne végétal, le nom de Gymnosperme en opposition à celui d'Angiosperme appliqué aux phanérogames supérieures. D'autre part, les Cycadées, Conifères, Gnétacées se distinguent de toutes les autres phanérogames par leurs *corpuscules* qui en font une classe à part.

Se fondant sur des considérations paléontologiques, l'auteur propose de désigner dorénavant les Cycadées, Conifères et Gnétacées sous le nom d'*Archispermes* (Archispermen), les Angiospermes sous celui des *Metaspermes* (Metaspermen).

[1] L'auteur n'entend pas par là que les deux extrémités d'abord libres se soudent ensuite, mais que ces extrémités libres se trouvent portées plus tard par une base commune.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES A L'OBSERVATOIRE DE GENÈVE

sous la direction de

M. le prof. E. PLANTAMOUR

PENDANT LE MOIS DE NOVEMBRE 1872.

Le 1er, rosée le matin.
2, à 7 h. soir éclairs à l'Ouest; plus tard dans la nuit, à minuit, orage accompagné de tonnerres et de grêle et précédé d'un très-fort coup de vent du SSO.
3, le grand Salève est couvert de neige.
7; brouillard le matin
11, il est tombé dans la nuit un peu de neige, à 6 h. du matin la hauteur était de 4 mm.; cette neige a fondu dans la matinée.
17, gelée blanche le matin ; brouillard jusques vers midi.
19, vent violent du SO. dans la nuit précédente et dans la matinée du 19.
21, brouillard presque tout le jour.
22, idem.
23, brouillard le matin.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM.

	mm
Le 4 à 10 h. matin	734,29
7 à 10 h. soir	736,16
17 à 10 h. matin	727,37
21 à 6 h. soir	727,79
27 à 10 h. matin	731,93

MINIMUM.

	mm
Le 2 à 4 h. après m	722,59
5 à 6 h. matin	732,91
12 à 4 h. après m.........	716,52
19 à 6 h. matin	718,14
24 à 2 h. après m.	719,56
30 à 10 h. soir....	709,70

Jours du mois.	Baromètre. Hauteur moy. des 24 h.	Baromètre. Écart avec la hauteur normale	Température C. Moyenne des 24 heures	Température C. Écart avec la temp. normale	Température C. Minim.	Température C. Maxim.	Tension de la vap. Moy. des 24 h.	Tension de la vap. Écart avec la tension normale.	Fract. de saturation en millièmes. Moy. des 24 h.	Fract. de saturation en millièmes. Écart avec la fraction norm.	Fract. de saturation en millièmes. Minim	Fract. de saturation en millièmes. Maxim.	Pluie ou neige. Eau tomb. d. les 24 h.	Pluie ou neige. Nomb. d'h.	Vent dominant.	Clarté moy. du Ciel.	Temp. du Rhône. Midi.	Temp. du Rhône. Écart avec la temp. normale.	Limnimètre à 11 h.
	millim.	millim.	o	o	o	o	millim.	millim.					mm.				o	o	o
1	727,40	+ 1,05	+ 9,07	+ 2,01	+ 2,9	+16,2	6,32	—0,11	729	—114	530	910	...	...	SSO. 1	0,07	12,4	+ 0,5	152
2	724,29	— 2,07	+12,46	+ 5,58	+ 7,8	+16,2	6,79	+0,44	629	—214	490	780	...	...	SSO. 2	0'47	12,1	+ 0,3	150
3	728,98	+ 2,61	+ 7,78	+ 1,07	+ 5,0	+13,7	5,39	—0,88	690	—153	510	800	8,9	8	SSO. 1	0,72	—	—	150
4	733,49	+ 7,11	+ 6,61	+ 0,07	+ 2,3	+12,7	5,52	—0,67	776	— 68	490	970	2,2	2	variable	0,22	10,5	— 1,0	150
5	732,61	+ 6,22	+ 5,13	— 1,24	+ 1,5	+ 7,5	6,22	+0,11	930	+ 86	830	960	8,7	13	variable	0,98	9,8	— 1,6	150
6	733,40	+ 7,00	+10,21	+ 4,01	+ 6,0	+16,6	8,54	+2,50	906	+ 62	680	990	0,5	1	variable	0,69	10,7	— 0,6	150
7	735,58	+ 9,17	+ 9,63	+ 3,60	+ 4,4	+15,0	8,12	+2,15	896	+ 52	710	1000	...	...	variable	0,69	11,3	+ 0,2	148
8	735,02	+ 8,59	+10,11	+ 4,25	+ 8,3	+14,0	7,92	+2,02	860	+ 16	740	920	...	...	variable	0,64	11,7	+ 0,7	147
9	731,33	+ 4,88	+ 9,31	+ 3,62	+ 7,0	+13,1	7,34	+1,51	842	— 3	680	970	...	...	variable	0,87	11,9	+ 1,0	148
10	721,44	— 5,03	+ 7,44	+ 1,92	+ 2,9	+13,0	5,32	—0,44	701	—144	590	750	4,8	7	SSO. 2	0,93	—	—	148
11	718,56	— 7,93	+ 1,90	— 3,46	+ 0,2	+ 3,9	4,53	—1,16	872	+ 27	700	970	2,4	4	S. 1	0,94	10,2	— 0,4	148
12	717,04	— 9,47	+ 1,74	— 3,45	— 0,1	+ 5,6	4,60	—1,02	895	+ 50	640	970	0,4	2	variable	0,91	8,2	— 2,3	149
13	718,63	— 7,90	+ 1,97	— 3,06	0,0	+ 5,8	4,01	—1,54	769	— 76	570	960	...	...	SSO. 1	0,64	8,0	— 2,4	149
14	720,92	— 5,63	+ 2,37	— 2,49	+ 0,3	+ 6,2	3,62	—1,86	682	—164	520	770	...	...	SO. 1	0,53	7,5	— 2,7	146
15	721,94	— 4,63	+ 1,76	— 2,94	— 2,4	+ 7,0	3,58	—1,83	702	—144	430	930	...	...	variable	0,66	7,8	— 2,3	...
16	724,89	— 1,71	+ 2,74	— 1,80	+ 0,4	+ 6,0	4,85	—0,50	877	+ 31	780	950	...	...	SSO. 1	0,83	8,6	— 1,3	146
17	726,53	— 0,10	+ 2,84	— 1,54	— 1,9	+ 5,9	4,57	—0,72	810	— 36	610	1000	..	...	SSE. 1	0,81	—	—	145
18	723,77	— 2,92	+ 5,50	+ 1,28	+ 4,0	+ 7,0	4,57	—0,66	691	—156	570	800	0,5	2	SSO. 2	0,99	8,3	— 1,4	142
19	719,14	— 7,58	+ 5,68	+ 1,62	+ 3,0	+ 8,0	5,41	+0,24	791	— 56	710	830	3,7	5	SO. 2	0,98	8,0	— 1,6	142
20	723,21	— 3,54	+ 8,93	+ 5,02	+ 6,2	+12,0	7,41	+2,30	870	+ 23	740	940	7,1	8	variable	0,97	8,4	— 1,1	144
21	727,07	+ 0,29	+ 8,33	+ 4,57	+ 7,0	+ 9,8	7,84	+2,79	957	+109	900	990	16,2	9	variable	1,00	8,6	— 0,7	144
22	725,05	— 1,76	+ 8,37	+ 4,76	+ 7,3	+13,0	7,67	+2,67	941	+ 93	800	970	...	...	N. 1	0,91	8,6	— 0,6	144
23	721,44	— 5,40	+ 7,25	+ 3,79	+ 4,5	+11,0	7,18	+2,23	941	+ 92	810	1000	...	...	variable	0,86	8,6	— 0,5	144
24	719,79	— 7,08	+ 8,63	+ 5,32	+ 6,7	+10,9	7,78	+2,88	934	+ 85	830	980	2,4	5	SO. 1	0,96	—	—	144
25	724,00	— 2,90	+11,50	+ 8,33	+ 8,0	+15,4	6,79	+1,94	682	—168	460	800	...	..	SO. 1	0,46	9,6	+ 0,7	144
26	728,69	+ 1,76	+10,67	+ 7,65	+ 9,8	+12,4	7,37	+2,57	781	— 69	710	840	1,9	4	SSO. 1	1,00	9,5	+ 0,8	142
27	730,40	+ 3,44	+12,41	+ 9,53	+10,2	+14,4	8,47	+3,72	792	— 59	690	860	1,2	2	SO. 1	0,87	9,4	+ 0,8	...
28	725,80	— 1,20	+12,08	+ 9,34	+ 8,7	+15,9	6,77	+2,07	663	—188	490	870	3,9	4	SSO. 2	0,68	9,0	+ 0,5	140
29	724,38	— 2,65	+ 8,93	+ 6,34	+ 6,5	+11,4	6,08	+1,43	719	—133	530	840	2,7	5	SSO. 1	0,86	8,7	+ 0,3	140
30	713,57	—13,50	+ 8,30	+ 5,85	+ 7,1	+13,1	7,14	+2,53	883	+ 30	730	930	8,0	8	variable	0,91	8,6	+ 0,3	140

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1872.

Baromètre.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	730,78	731,24	731,16	730,58	729,84	729,71	730,20	730,18	730,17
2e »	721,29	721,76	722,08	721,74	721,39	721,45	721,59	721,86	721,87
3e »	724,48	724,71	724,89	724,39	723,79	723,55	723,36	723,59	723,63
Mois	725,52	725,90	726,04	725,57	725,01	724,90	725,05	725,21	725,22

Température.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	0		0	0	0	0	0	0	0
1re décade	+ 6,76	+ 7,34	+ 9,87	+11,65	+12,05	+10,70	+ 9,08	+ 8,45	+ 7,64
2e »	+ 1,98	+ 2,33	+ 3,95	+ 5,06	+ 5,96	+ 5,03	+ 4,21	+ 3,70	+ 3,47
3e »	+ 8,38	+ 8,64	+ 9,96	+11,09	+11,44	+10,74	+10,24	+ 9,77	+ 9,80
Mois	+ 5,71	+ 6,10	+ 7,93	+ 9,27	+ 9,82	+ 8,83	+ 7,85	+ 7,31	+ 6,97

Tension de la vapeur.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	6,41	6,71	7,08	6,87	6,77	6,88	6,78	6,69	6,84
2e »	4,65	4,65	4,83	4,76	4,80	4,77	4,74	4,80	4,76
3e »	7,13	7,23	7,27	7,26	7,26	7,46	7,47	7,55	7,46
Mois	6,06	6,20	6,39	6,30	6,28	6,37	6,33	6,35	6,35

Fraction de saturation en millièmes.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
1re décade	875	876	783	669	638	714	776	796	858
2e »	876	849	790	712	681	718	757	798	804
3e »	870	867	805	752	734	782	807	841	828
Mois	874	864	793	711	684	738	780	812	830

	Therm. min.	Therm. max.	Clarté moy. du Ciel.	Température du Rhône.	Eau de pluie ou de neige.	Limnimètre.
	0	0		0	mm	cm
1re décade	+ 4,81	+13,80	0,63	+11,30	25,1	149,3
2e »	+ 0,97	+ 6,74	0,83	+ 8,33	14,1	145,7
3e »	+ 7,58	+12,73	0,85	+ 8,96	36,3	142,4
Mois	+ 4,45	+11,09	0,75	+ 9,46	75,5	145,9

Dans ce mois, l'air a été calme 4,44 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,21 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 34,0 O., et son intensité est égale à 60,0 sur 100.

TABLEAU

DES

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

FAITES AU SAINT-BERNARD

pendant

LE MOIS DE NOVEMBRE 1872.

Le 2, brouillard depuis 2 h. après midi.
3, brouillard tout le jour.
4, brouillard jusqu'à 5 h. du soir, clair dans la soirée.
5, idem, l'après-midi et le soir.
8, idem, le matin.
9, 10, 11, brouillard tout le jour.
12, brouillard le matin et le soir.
13, 14, 15 16, brouillard tout le jour.
17, brouillard le matin.
18, 19, 29, 21, 22, 23, 24, 25, brouillard tout le jour; chutes fréquentes de neige.
30, brouillard tout le jour.

Valeurs extrêmes de la pression atmosphérique.

MAXIMUM	mm	MINIMUM.	mm
Le 7 à 10 h. soir............	573,00	Le 3 à 6 h. matin..........	561,05
17 à 10 h. soir.......... .	559,77	12 à 2 h. après midi........	549,94
21 à 10 h. soir............	566,46	19 à 8 h. matin........ ...	555,01
27 à 10 h. matin et midi...	569,24	25 à 6 h. soir........	559,69
		30 à 10 h. soir............	553,24

Jours du mois.	Baromètre.				Température C.				Pluie ou neige.			Vent dominant.	Clarté moyenne du Ciel.
	Hauteur moy. des 24 heures.	Écart avec la hauteur normale.	Minimum.	Maximum.	Moyenne des 24 heures.	Écart avec la température normale.	Minimum*	Maximum*	Hauteur de la neige.	Eau tombée dans les 24 h.	Nombre d'heures.		
	millim.	millim.	millim.	millim.	°	°	°	°	millim.	millim			
1	567,37	+ 4,07	566,49	568,28	+ 3,50	+ 6,66	+ 0,7	+ 6,3	.....	.....	....	calme	0,00
2	564,10	+ 0,87	563,36	565,05	— 2,42	+ 0,88	— 4,6	+ 0,2	25	3,0.	....	SO. 1	0,56
3	562,70	— 0,46	561,05	565,07	— 7,42	— 3,98	— 8,4	— 5,9	.....	.....	....	NE. 2	0,94
4	566,69	+ 3,59	566,07	567,71	— 6,07	— 2,49	— 8,5	— 2,3	.....	.....	....	NE. 1	0,63
5	568,19	+ 5,15	567,72	568,50	+ 0,64	+ 4,36	— 1,4	+ 3,2	.....	.....	....	NE. 1	0,80
6	569,91	+ 6,93	568,51	570,98	+ 0,39	+ 4,25	— 0,8	+ 1,7	.....	.....	....	NE. 1	0,73
7	572,43	+ 9,51	571,38	573,00	+ 2,64	+ 6,63	+ 0,6	+ 5,6	.....	.....	....	NE. 1	0,03
8	571,90	+ 9,04	571,61	572,71	+ 4,19	+ 8,31	+ 1,6	+ 8,0	.....	.....	....	calme	0,20
9	568,39	+ 5,59	566,27	570,09	+ 3,18	+ 7,43	+ 1,0	+ 6,6	.....	.....	....	NE. 1	0,87
10	557,13	— 5,62	554,05	561,74	— 3,66	+ 0,72	—11,1	+ 0,1	.....	.....	....	NE. 2	0,96
11	551,75	—10,95	561,33	552,24	—12,24	— 7,73	—13,0	—10,6	.....	.....	....	NE. 2	1,00
12	550,25	—12,40	549,94	551,09	—12,70	— 8,05	—13,2	—11,6	.....	.....	....	NE. 1	0,40
13	552,42	—10,18	550,35	554,19	—13,00	— 8,32	—14,9	—10,7	.....	.....	....	SO. 1	0,80
14	554,26	— 8,29	553,45	555,42	—12,07	— 7,17	—13,6	—10,2	.....	.....	....	SO. 1	0,97
15	555,91	— 6,59	553,63	558,36	—12,03	— 7,01	—13,0	—11,0	95	10,5.	....	SO. 1	0,96
16	558,87	— 3,59	558,14	559,14	— 9,80	— 4,66	—11,4	— 8,1	80	4,7.	....	SO. 1	0,92
17	559,49	— 2,93	558,58	559 77	—10,39	— 5,13	—11,2	— 8,9	.....	.....	....	NE. 1	0,66
18	558,40	— 3,98	557,90	559,20	— 8,57	— 3,19	—10,2	— 7,2	65	5,5.	....	NE. 1	0,87
19	556,93	— 5,41	555,01	559,75	— 4,73	+ 0,76	—10,3	— 1,5	110	9,3.	....	variable	0,91
20	562,67	+ 0,37	560,74	564,14	— 2,21	+ 3,39	— 5,0	+ 1,0	.....	.....	....	SO. 1	0,88
21	565,48	+ 3,22	564,14	566,46	— 3,22	+ 2,49	— 3,5	— 2,4	.....	.....	....	SO. 2	1,00
22	564,92	+ 2,69	564,54	565,57	— 4,36	+ 1,46	— 4,8	— 3,6	115	24,9.	....	SO. 2	1,00
23	562,43	+ 0,24	561,65	563,44	— 3,88	+ 2,05	— 5,0	— 2,7	75	9,2.	....	SO. 2	0,99
24	560,02	— 2,13	559,69	560,44	— 3,27	+ 2,76	— 3,6	— 2,6	40	3,6.	....	SO. 2	0,98
25	563,17	+ 1,05	561,39	564,43	— 3,89	+ 2,24	— 4,6	— 2,6	.....	.....	....	SO. 1	0,77
26	566,73	+ 4,64	565,28	568,26	— 1,22	+ 5,01	— 5,2	+ 0,2	.....	.....	....	SO. 1	0,67
27	568,70	+ 6,61	568,46	569,24	+ 2,44	+ 8,77	+ 1,0	+ 4,7	.....	.....	....	SO. 1	0,83
28	564,65	+ 2,62	563,32	566,59	+ 1,44	+ 7,87	+ 1,4	+ 4,9	.....	.....	....	SO. 1	0,09
29	560,77	— 1,23	559,93	561,52	— 3,54	+ 2,99	— 7,1	0.0	.....	.....	....	NE. 1	0,73
30	555,16	— 6,81	553,24	557,16	— 4,88	+ 1,75	— 5,4	— 3,9	.....	.....	....	variable	1,00

* Ces colonnes renferment la plus basse et la plus élevée des températures observées de 6 h. matin à 10 h. soir.

MOYENNES DU MOIS DE NOVEMBRE 1872.

	6 h. m.	8 h. m.	10 h. m.	Midi.	2 h. s.	4 h. s.	6 h. s.	8 h. s.	10 h. s.
Baromètre.									
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
1re décade	567,14	567,37	567,55	567,07	566,78	566,77	566,63	566,70	566,71
2e «	555,34	555,92	556,13	556,09	556,05	556,24	556,37	556,64	556,85
3e «	563,36	563,59	563,69	563,48	563,19	563,10	563,03	563,04	563,10
Mois	561,95	562,29	562,46	562,22	562,01	562,04	562,01	562,13	562,22
Température.									
	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1re décade	— 0,57	— 0,07	+ 0,50	+ 1,48	+ 1,21	— 0,38	— 1,23	— 1,96	— 1,70
2e «	—10,81	—10,14	— 9,47	— 8,82	— 8,33	— 9,41	— 9,68	— 9,83	— 9,78
3e «	— 3,24	— 3,13	— 1,99	— 1,23	— 1,06	— 1,78	— 2,20	— 2,71	— 2,79
Mois	— 4,87	— 4,41	— 3,65	— 2,86	— 2,73	— 3,86	— 4,37	— 4,83	— 4,76

	Min. observé.*	Max. observé.*	Clarté moyenne du Ciel.	Eau de pluie ou de neige.	Hauteur de la neige tombée.
	0	0		mm	mm
1re décade	— 3,09	+ 2,35	0,57	3,0	25
2e «	—11,58	— 7,88	0,84	30,0	350
3e «	— 3,68	— 0,80	0,81	37,7	230
Mois	— 6,12	— 2,11	0,74	70,7	605

Dans ce mois, l'air a été calme 16,29 fois sur 100.

Le rapport des vents du NE. à ceux du SO. a été celui de 0,78 à 1,00.

La direction de la résultante de tous les vents observés est S. 45 O., et son intensité est égale à 13,3 sur 100.

* Voir la note du tableau.

BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

TABLE DES MATIÈRES

CONTENUES DANS LE TOME XLV (NOUVELLE PÉRIODE)

1872. — N°s 177 à 180.

BULLETIN SCIENTIFIQUE.

ASTRONOMIE.

BOTANIQUE.

OBSERVATIONS MÉTÉOROLOGIQUES

faites à Genève et au Grand Saint-Bernard

TABLE DES AUTEURS

POUR LES

ARCHIVES DES SCIENCES PHYSIQUES ET NATURELLES

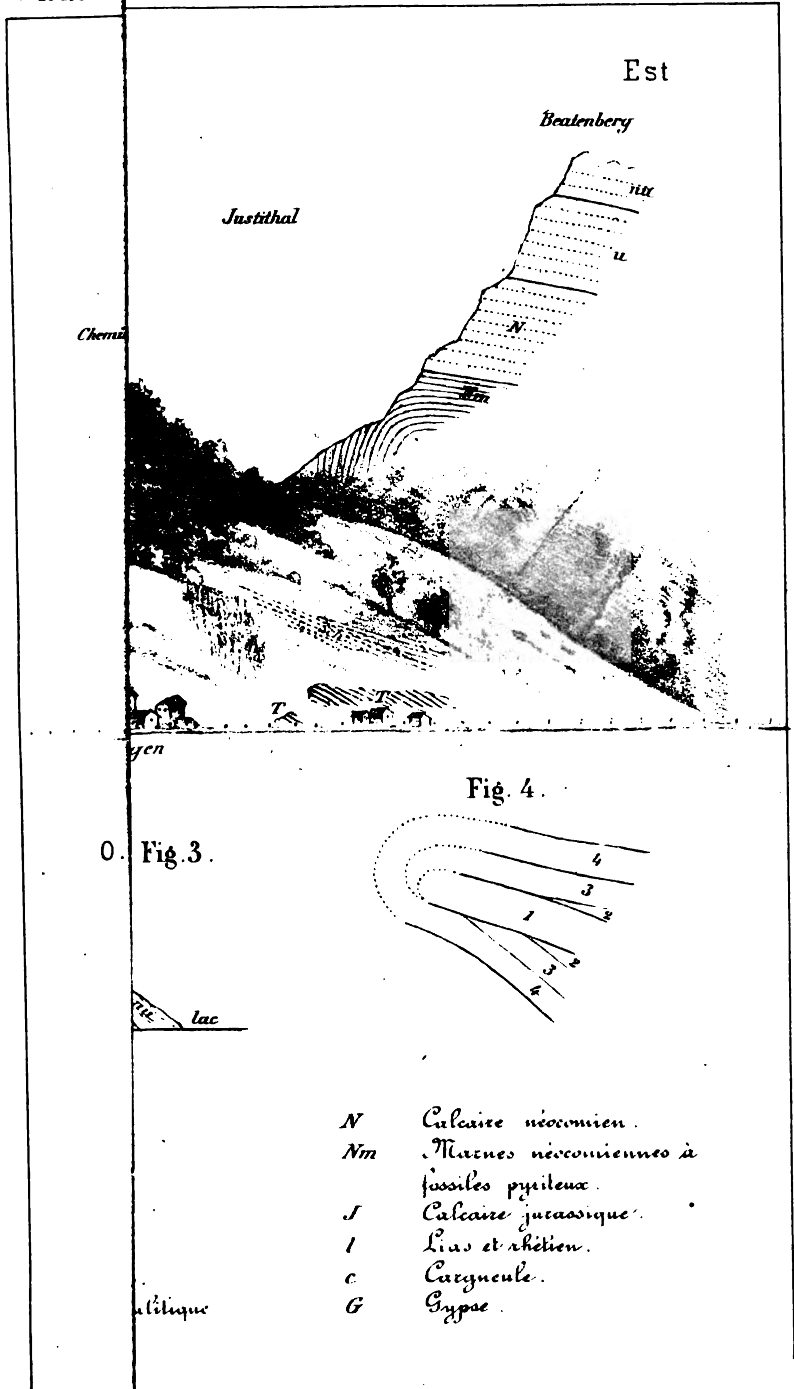
SUPPLÉMENT

A LA BIBLIOTHÈQUE UNIVERSELLE

ANNÉE 1872. Tomes XLIII à XLV (Nouvelle période)

T

V


Est
Beatenberg
Justithal
Chemi
N
Nm
u
T
T
yen
Fig. 4.
0.
Fig. 3.
lac
4
3
2
1
2
3
4
N Calcaire néocomien.
Nm Marnes néocomiennes à fossiles pyriteux.
J Calcaire jurassique.
l Lias et rhétien.
c Cargneule.
G Gypse.
litique

